

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

CRITERIS, CONSTRUCTIUS, ENERGÈTICS I AMBIENTALS PER INTERVENIR O
REHABILITAR EN ZONES RURALS O DE MUNTANYA A PARTIR DE L'ESTUDI COMPARATIU
DE L'ARQUITECTURA TRADICIONAL AL PIRINEU OCCIDENTAL CATALÀ I ELS ALPS
SUÏSSOS

Josep Bunyesc Arquitecte

Director Tesi. Jaume Avellaneda, Dr.Arquitecte

Co-Director Tesi: Jérôme Henri Kämpf, Dr. Fisic



Acta de qualificació de tesi doctoral

Curs acadèmic: 2012-13

Nom i cognoms

JOSEP BUNYESC PALACÍN

Programa de doctorat

ÀMBITS DE RECERCA EN L'ENERGIA I EL MEDI AMBIENT A L'ARQUITECTURA

Unitat estructural responsable del programa

Resolució del Tribunal

Reunit el Tribunal designat a l'efecte, el doctorand / la doctoranda exposa el tema de la seva tesi doctoral titulada
**CRITERIS CONSTRUCTIUS, ENERGÈTICS I AMBIENTALS, PER INTERVENIR O REHABILITAR
EN ZONES RURALS O DE MUNTANYA A PARTIR DE L'ESTUDI COMPARATIU DE
L'ARQUITECTURA TRADICIONAL AL PIRINEU ORIENTAL I ELS ALPS SUÏSSOS**

Acabada la lectura i després de donar resposta a les qüestions formulades pels membres titulars del tribunal, aquest atorga la qualificació:

☐

APTA/E

☐

NO APTA/E

(Nom, cognoms i signatura)		(Nom, cognoms i signatura)	
President ALBERT CUCHÍ BURGOS		Secretari ANTONIO LISTA MARTÍN	
(Nom, cognoms i signatura)	(Nom, cognoms i signatura)	(Nom, cognoms i signatura)	
Vocal MARYLÈNE MONTAVON-MEROLA	Vocal	Vocal	

_____, _____ d'/de _____ de _____

El resultat de l'escrutini dels vots emesos pels membres titulars del tribunal, efectuat per l'Escola de Doctorat, a instància de la Comissió de Doctorat de la UPC, atorga la MENCIÓ CUM LAUDE:

☐

SÍ

☐

NO

(Nom, cognoms i signatura)		(Nom, cognoms i signatura)	
Presidenta de la Comissió de Doctorat		Secretària de la Comissió de Doctorat	

Barcelona, _____ d'/de _____ de _____

INDEX

0- OBJECTIUS DE LA TESI	1
1-ESTUDI DE LA CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL EN ZONES DE MUNTANYA.....	3
com i de què vivien.	
1.1 El territori.....	3
1.1.1 Evolució històrica i socioeconòmica.....	3
1.1.1.P Pirineus.....	3
1.1.1.A Alps.....	6
1.1.2 Característiques urbanes i constructives. Implantació al territori i alçada dels nuclis de població...	11
1.1.2.P. Pirineus.....	11
1.1.2.P 1 Morfologia urbana.....	11
1.1.2.P.2 L'Edifici	15
1.1.2.P.3 Sistemes constructius, els materials.....	20
1.1.2.A. Alps.....	27
1.1.2.A.1 Morfologia urbana.....	27
1.1.2.A.2 L'Edifici.....	29
1.1.2.A.3 Sistemes constructius, els materials.....	37
1.2 L'Energia.....	45
1.2.1 Evolució històrica i socioeconòmica.....	45
1.2.2 Característiques urbanes i constructives, materials i detalls constructius.....	49
1.3 L'Aigua.....	57
1.3.1 Aprofitaments tradicionals.....	57
Conclusió capítol 1.....	63
 2-SITUACIÓ ACTUAL. Com i de què vivim. Com ho hem fet.....	 65
2.1 El territori.....	65
2.1.1 Situació actual.....	65
2.1.1.P Pirineu, el territori actualment.....	65
2.1.1.A Alps, el territori actualment.....	70
2.2 l'Energia.....	74
2.2.1 Fonts d'energia, transport, sistema constructiu.....	74
2.2.1. P Pirineus.....	74
2.2.1.A Alps.....	74
2.3 l'Aigua.....	77

3- OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION DE RESSOURCES.	79
<i>CAPÍTOL REDACTAT AMB FRANCÈS pel doctorat Europeu amb la universitat de Lausanne EPFL.</i>	
3.1 Relation avec le lieu.	79
3.1.1 Altitude.	79
3.1.2 Orientation et topographie.	83
3.1.3 La forme urbaine. Relation entre potentiel de captation solaire et compacité.	93
3.2 Relation avec le bâtiment.	99
3.2.1 Calcul d'optimisation d'épaisseur d'isolant.	99
3.2.2 Relation et différences avec l'isolation et l'inertie thermique.	105
3.3 Energie grise des matériaux.	113
3.4 Impact du transport.	115
3.5 L'importance de l'utilisateur.	117
3.6 Aigua.	119
3.6.1. Aprofitament de l'aigua de pluja.	119
3.6.2.El llacunatge, com a sistema natural de reciclatge de l'aigua.	121
4-EXEMPLES CONSTRUÏTS.	123
4.1 Rehabilitació.	131
4.1.1 Rehabilitació d'edifici catalogat del S:XIX Alberg estàndard Minergie a Lausanne, Suïssa.	130
4.1.2 Rehabilitació energètica d'habitatge dels anys 70 a Minergie P a Suïssa.	137
4.1.3 Habitatge prototip de baix consum dins edifici agrícola tradicional, Pallars Jussà 2006.	143
4.1.4 Reforma i ampliació d'habitatge en masia existent a la Segarra, primavera 2010.	151
4.1.5 Habitatge unifamiliar a Claverol dins edifici existent, primavera 2011.	155
4.1.6 Rehabilitació i ampliació d'habitatge unifamiliar a la Floresta, Sant Cugat, 2010-12.	161
4.1.7 Ampliació del refugi Colomina a 2400m, Pallars Jussà. setembre 2010.	169
4.1.8 Allotjament rural en era existent. Montcortès. Pallars Sobirà 2010.	175
4.1.9 Habitatge unifamiliar dins era existent a Lleret, estiu 2012.	181
4.1.10 Ampliació d'habitatge a Vilamòs, Vall d'Aran 2012.	187
4.1.11 Projecte de rehabilitació d'una borda a Olp.	191
4.2 Obra nova i eficiència energètica.	195
4.2.1 Habitatge minergie a Ecublens, Suïssa 2001.	195
4.2.2 Monte Rosa Hütte. Refugi autosuficient als Alps.	201
4.2.3 Casa passiva Arborètum a Lleida, 2009.	209
4.2.4 Casa Magda, Lleida, juliol 2012.	219
5-CONCLUSIONS.	227
5.1 Conclusions generals.	227
5.2 Conclusions personals.	231
6- BIBLIOGRAFIA.	233
7- ANNEXES.	237

0-OBJECTIUS DEL TREBALL

Aquest treball ha estat un mitjà a través del qual s'han plantejat i intentat resoldre una sèrie de dubtes sorgits durant la pràctica professional de l'arquitectura enquadrada bàsicament en feines sobre un estrat preexistent en regions de muntanya.

Des de l'inici de la professió tot just acabant la part docent universitària s'inicia l'aplicació a la realitat de tot allò que s'ha anat aprenent a la universitat però que en realitat sembla que falta comprovar molts aspectes.

Com a professional lliberal es plantegen qüestions al començar a rehabilitar alguns edificis tradicionals al Pirineu de Lleida.

Aquesta tesi serveix bàsicament com a mitjà per tal d'intentar trobar resposta a les qüestions que van sorgint durant l'activitat professional. No és un tema concret i molt precís sinó que es pregunta sobre temes diversos relacionats amb les feines o encàrrecs que arribaven i es volia donar resposta de la manera més coherent possible.

La temàtica és variada ja que els dubtes que es plantegen tan poden ser a nivell més constructiu o històric, o més dins la física del edifici a nivell energètic o fins hi tot de rendibilitat econòmica.

En resulta una sèrie de criteris que són vàlids per tal d'intervenir en zones rurals o de muntanya de manera eficient tan a nivell energètic com de materials com històricament o amb relació amb el patrimoni construït. Com que molts criteris seran objectius, també seran extrapolables a altres regions que no tenen perquè ser de muntanya. Amb la qual cosa s'espera que algunes de les respostes siguin útils per qualsevol ubicació geogràfica de la intervenció.

Moltes de les qüestions plantejades tenen una resposta evident o lògica i les trobem a l'arquitectura vernacular del lloc. El pas endavant que es vol fer és quantificar numèricament molts d'aquests valors o factors

que ja semblen lògics però el fet de poder-ho quantificar ens permet donar una ordre de magnitud als fenòmens i conseqüentment donar més importància a uns que altres i aquesta quantificació permetrà en un futur prendre decisions de projecte arquitectònic clares i contundents estant segur dels resultats de les propostes a nivell numèric i no subjectiu.

La metodologia a seguir per ordenar aquestes preguntes és començar per un anàlisi general de l'arquitectura tradicional vernacular i comparar dos regions inconnexes com són el Pirineu oriental català i els Alps Suïssos.

Una comparativa que permet trobar punts d'exagerada similitud entre les dues regions de muntanya que s'afronten a necessitats i inclemències similars i observar com ha evolucionat la societat local per adaptar-se al entorn i aprofitar al màxim els seus recursos naturals.

El que s'analitza va des de la manera de viure, d'organitzar-se, de treballar i l'arquitectura que servirà de suport a aquestes activitats.

D'aquesta manera es coneixerà les habilitats o estratègies que tenien per adaptar-se al lloc amb pocs recursos. I d'aquesta manera mirarem si no ens hem perdut alguna cosa aquests últims anys.

La segona part és veure com la societat actual en aquests llocs de muntanya viu, s'organitza, utilitza els recursos naturals i com és aquesta arquitectura que serveix de suport a la societat actual.

A la tercera part es desenvolupen quantitativament una sèrie de càlculs, simulacions o estudis que permeten avaluar numèricament els resultats de diferents maneres de fer i així poder donar valors a les hipòtesis lògiques de l'arquitectura tradicional o actual i poder comparar o relacionar amb les mateixes unitats diferents factors.

La quarta part servirà per explicar detalladament exemples actuals que aporten dades concretes reals que tenen un interès

cultural o arquitectònic i responen modèlicament a situacions corrents que es plantegen. A més, demostren com es poden resoldre satisfactòriament i de manera assequible una sèrie d'obres reals tant a la zona del Pirineu o entorn rural com a la zona de Suïssa.

Aquesta part dels exemples té com objectiu demostrar que la teoria que s'explica és realitat i, que tot i que en alguns aspectes s'allunyen de la manera de fer convencional,

son estratègies o maneres d'actuar totalment assequibles factibles i amb uns resultats contrastats comprovats serveixin de pauta per qui vulgui intervenir constructivament amb èxit en un entorn rural o de muntanya amb criteris constructius energètics o ambientals.

1-ESTUDI DE LA CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL.

Com i de què vivien.

La vida en les zones de muntanya ha estat sempre molt lligada al seu entorn, la gent vivia del potencial productiu agrícola i ramader del seu voltant. La dependència directa del medi els sensibilitzava per preservar-lo i havien après a treure el màxim profit del potencial que els oferia la natura.

La societat era molt autònoma a tots els nivells. Per viure, aprofitaven tots els recursos que tenien a l'abast, directament sense cost.

Cadascú produïa gairebé tot allò que consumia i el cicle dels productes era tancat, ja sigui dins de la mateixa casa o dins del mateix poble i com a molt dins de la regió. L'activitat de l'home abans de la revolució industrial girava íntegrament dins del cicle de la biosfera, amb una total interacció i sintonia amb la natura.



F.1 Imatge dels anys 20 dallant prat amb tracció animal. Escalarre, Pallars Sobirà. Imatge extreta del llibre, *La casa al Pirineu*. pàg.33

La vida a la muntanya era força dura a causa del clima i de la topografia. Calia imperativament buscar els llocs més favorables per habitar-hi, ja que la força de la que disposava l'home per corregir el microclima era relativament feble.

Els llocs elegits per habitar, havien de ser ben assolellats, sobretot a l'hivern, i protegits de les adversitats més dures, com el vent, la pluja i la neu, però també pròximes dels terrenys més fèrtils aptes per ser cultivats, base de la subsistència de la seva població.

Les zones muntanyoses, a raó del seu accés difícil i per falta de grans superfícies agrícoles, esdevenien llocs on els processos evolutius socials o econòmics o tecnològics arribaven en retard.

Però la dificultat d'accés els donava certa seguretat en front de possibles invasions o atacs bèl·lics.

Mirarem com gestionaven els recursos naturals i per això els dividim en tres grups:

El territori, l'energia i l'aigua en els capítols 1.1, 1.2, 1.3

1.1. El territori

1.1.1 Evolució històrica i socioeconòmica

En el món rural, la base de la subsistència de la població es basava en el conreu autosuficient. La possessió del territori era sinònim de poder i riquesa. El territori estava considerat com un dels bens més preuats ja que era el mitjà per obtenir productes i riquesa de la natura. Un terreny conreable, més l'aigua i més el sol que naturalment incideix al territori, són el motor de la bioesfera.

Estudiarem dos regions de muntanya diferenciades i sense contacte cultural directe: el **Pirineu occidental** català i els **Alps** Suïssos.

1.1.1.P Pirineu, funcionament socioeconòmic abans de la industrialització.

A la zona del Pirineu Oriental es valorava la capacitat productiva del terreny, que depenia de la qualitat del terreny l'accessibilitat, la capacitat de ser regat, l'orientació solar i la topografia.

Excepte les zones de topografia més accidentada o de condicions que feien impossible o molt poc viable el seu conreu, gran part del territori estava conreat.

Les cases riques dominaven les zones més fèrtils vora dels rius poc pendents i obertes al sol, i la gent més modesta aprofitava o cultivava terrenys més difícils i no tan productius ni accessibles, però tothom tenia algun terreny de conreu del qual, amb el seu esforç del treball personal, extreia els recursos alimentaris bàsics per viure.

La societat era sedentària des de l'aparició prehistòrica de la ramaderia i agricultura. Però la ramaderia manté un cert caràcter nòmada, ja que els ramats segueixen la transhumància, que consisteix en desplaçar els ramats durant l'any buscant les millors condicions de pastures i les millors condicions climàtiques.

Durant l'hivern els animals resten estabulats dins dels corrals dels pobles o les bordes prop dels nuclis poblats a poca alçada, per sota dels 1300 metres. Allí mengen les reserves d'herba seca dels pallers que ha estat recollida durant l'estiu anterior. La primavera és la època més pobre ja que s'acaben les reserves i cal esperar la crescuda dels prats a cotes baixes amb l'arribada del bon temps per poder pasturar-los. Mentre arriba el bon temps i creix l'herba dels prats entre 700 i 1100 metres, la neu encara és present a les cotes altes on no hi ha cap activitat productiva.



F.2 Imatge d'animals pasturant en terrenys vora dels pobles al final de l'hivern.

Al voltant de sant Joan, els ramats, tant ovins com bovins, es desplacen a les parts altes de les muntanyes on la neu acaba de marxar i l'herba comença a créixer amb l'arribada de les temperatures suaus. Segueixen sempre els mateixos itineraris, les cabaneres, que estructuren i marquen el territori.

Durant l'estiu, els ramats peixen l'herba de les parts altes de les muntanyes entre els 1500 i els 2200 metres d'alçada. A més de 2200 metres les condicions climàtiques són tant dures que ni l'herba pot créixer amb quantitat, la que hi ha és dura i seca i, la poca que hi ha, just sobreviu al llarg hivern i fred estiu.

La humitat de la neu que s'acaba de fondre i la pluviometria alta, permet el creixement de l'herba naturalment, fins i tot a la vessant sud del Pirineu.

Aquests ramats estan guardats pels pastors però una sola persona es pot ocupar de molts animals ja que no necessiten gaires atencions. Normalment s'unien diferents ramats de diferents propietats perquè un sol pastor els vigilés i a la tardor els tornaven a separar segons les marques que tenien.

Mentre tant, a les cotes baixes on es centra la població, de 700 a 1500 metres hi ha les famílies que treballen per dallar i arreplegar l'herba dels prats del voltant de les poblacions, per guardar-la als pallers i fer la reserva per poder passar l'hivern.

L'herba dels prats propers als pobles, s'emmagatzema als pallers existents dins dels pobles, a la part alta de les anomenades eres, que són els edificis agrícoles, que estan destinats a albergar els animals a la part baixa i l'herba seca a la part alta.



F.3 Imatges d'un corral al nucli d'Asnurri a l'Alt Urgell, vist des de fora



F.4 Imatges d'un paller a dins del nucli d'Asnurri a l'Alt Urgell, i des de dins. Amb l'encavallada de fusta que allibera la planta baixa de pilars i el subentramat lleuger anomenat andas, també per fer pletes, aquí té la finalitat de contenir l'herba per poder-la apilar a granel fins a la coberta i deixar-la ventilar a la cara sud.



F.5 Imatge d'un paller a Pobellà, (Pallars Jussà) amb l'encavallada de fusta i tancada per fora amb taules de fusta natural sense cap tractament a la façana sud. Una altra manera de contenir l'herba. Exemples dels centenars d'edificis d'aquesta tipologia que hi ha a la zona.

Vora dels rius, hi ha terrenys relativament plans i fèrtils, molt preuats ja que es podien regar durant l'estiu i es podia recollir l'herba 2 o 3 cops per estiu, a diferència dels terrenys més alts que no es podien regar i la seva productivitat era molt més baixa per la falta d'aigua.

Sovint, aquests terrenys més productius vora dels rius es troben allunyats dels nuclis de població, i per poder emmagatzemar l'herba d'aquestes superfícies fèrtils que es podien regar, anomenats prats, es construïen les bordes, edificis agrícoles allunyats dels nuclis de població amb una estructura similar als edificis agrícoles interiors dels pobles però més tancats. Les bordes són edificis relativament grans i cecs, són veritables contenidors d'herba construïts amb el material del lloc que és la pedra, amb poques obertures, només uns gaials a la part superior per garantir la ventilació creuada que l'herba es mantingui seca i així garantir-ne la seva conservació.



F.6 Imatge d'una borda i un Prat de regadiu prop del riu Flamisell al Pallars Jussà.

Aquets grans contenidors d'herba, que a la part baixa tenien la zona de corral pels animals, servia de reserva alimentària pels ramats durant l'hivern. Quan baixaven de la muntanya, per Sant Miquel, a final de setembre, quan la neu i el fred arribava a les cotes superiors als 1500metres encara podien pasturar l'herba dels prats de les cotes baixes. Les bordes i les eres tenien els paller plens d'herba al final de l'estiu com a reserva de farratge pels ramats per passar el llarg hivern. I el cicle es repetia de forma similar any rere any, sense dates fixes segons les condicions meteorològiques particulars de cada any.



F.7 Imatge de unes bordes a Olp al Pallars Sobirà.

Les bordes estan justificades per estalviar esforços en el transport de l'herba des del prat fins al paller. A l'època, el transport es feia amb carros tirats per animals i l'herba no estava premsada. Aquest fet allargava molt la feina de recollida de l'herba. Només a partir d'una extensió mínima de prat es justificava l'esforç de construir aquests refugis o magatzems d'herba per als animals. I en lloc de transportar l'herba fins als estables dels animals, es portaven els animals als corrals de les bordes perquè mengessin l'herba seca recollida anteriorment.



F.8 Borda a Olp al Pallars Sobirà. A la part alta de la vall. Com edifici magatzem per guardar l'herba dels prats de secà de la part alta de la vall on hi portaven el ramat perquè es mengés les reserves acumulades durant l'estiu.

A les part altes de les valls, on no hi havia aigua per regar a l'estiu, els terrenys s'aprofitaven per plantar cereals. Normalment blat, ordi o sègol. En alguns llocs, com el cas de Ginestarre, les bordes que servien per emmagatzemar la palla del cereal també tenien la coberta construïda amb feixos o garbes de palla, normalment de sègol, més llarga i resistent. Un exemple més de l'aprofitament dels recursos locals disponibles a la construcció.

Del cereal, bàsicament, en buscaven el gra, i la palla era un subproducte abundant i, com que aquestes bordes eren d'accés difícil o estaven relativament lluny dels pobles, el fet de tenir palla a disposició era un argument pràctic prou important per utilitzar-la per les cobertes. I encara que la durabilitat no fos molt llarga la disponibilitat abundant al lloc feia factible el seu manteniment o reconstrucció al cap de pocs anys.

Aquestes cobertes de palla es trobaven a les parts altes del Pallars i a la vall d'Aran.



F.9 Imatge històrica dels edificis amb cobertes de palla a Bordius (Vall d'Aran).

El que hem explicat era l'organització a escala territorial de la ramaderia, però a escala local, l'estiu també era moment de treure profit d'altres terrenys i horts per emplenar els rebosts de les cases per les mateixes raons per les quals s'omplien els pallers d'herba. Uns pels animals i els altres directament per les persones. Ja que la societat orgànica que vivia de la biosfera, havia de continuar vivint durant l'hivern quan la natura està pràcticament aturada a causa del fred i calia preveure les reserves d'aliments necessàries.

El paisatge era resultat directe d'aquesta explotació rural del territori, sense una voluntat estètica, el territori tenia un ordre i coherència resultat del treball de l'home per aprofitar l'**energia solar** que arriba a la terra i la biosfera transforma en elements vegetals o orgànics com a font d'energia i aliments per la vida de les persones, que no era contínua ni lineal durant l'any sinó que depenia de les estacions de l'any i la vida humana anava estrictament lligada a aquest ritme natural.

1.1.1.A Alps, funcionament socioeconòmic abans de la industrialització.

El tipus de vida al món rural dels Alps és similar al del Pirineu ja que es basen en les mateixes lleis de la natura com a base de la seva subsistència i als bio ritmes de les estacions del any.

L'arribada de l'època industrial, no pas immediata en aquests indrets de topografia difícil, com en totes les regions de muntanya, va ser difícil. És aquí on apareixen les lleis del mercat global que, a priori, no ajuden al desenvolupament d'aquestes regions de difícil accés i topografia accidentada. En el cas de Suïssa, la política interna actual ajuda i sosté la feina al camp en els llocs afectats per a mantenir viva aquesta cultura i, a la vegada, per mantenir el paisatge com a potencial i com a inversió que retorna al territori amb altres activitats contemporànies, com el turisme. Aquest, paradoxalment, vol retrobar el seu caràcter antic gairebé nostàlgic a vegades un mica postís o folklòric.

Als Alps italians però, la política del país ajuda menys als actors d'aquestes regions i als agricultors que mantenen una mica la forma de viure tradicional i arriben gairebé irreversiblement a una situació de decadència. Això comporta una decadència de la cultura i del saber fer tradicional d'aquests actors que estaven molt ben adaptats al medi, amb els seus propis mitjans. Pot ser, però, que es tracti d'una posició que no convé massa als polítics o a les lleis del mercat global actual.

L'explotació agrícola tradicional no es reduïa a cultivar els prats i els camps al voltant dels pobles. Com al Pirineu, existia una transhumància. En el cas dels Alps i, a diferència del Pirineu, es produïa en tres nivells que es superposen al paisatge:

El poble de residència principal on hi passaven el llarg hivern, "*hivernage*", mes amunt "*le mayen*" al nivell intermedi, i a la part alta de la muntanya "*l'alpage*".



F.10 Vall de Zinal, Valais Suïssa. Cabana de pastors o refugi ocasional a alta muntanya per sobre dels 2000 metres. Exemples de les úniques construccions existents per sobre dels 1600 metres i fins a uns 2000 metres, només utilitzades temporalment durant l'estiu. Més amunt no hi havia activitat humana ni gaire activitat animal

tampoc degut a la rigurositat del clima, fins l'aparició de l'alpinisme o activitats de descoberta o lleure en alta muntanya, no s'accedia per sobre dels 2500 metres.

La residència principal estava situada als pobles a la part baixa o mitja de les valls, a una alçada per sota dels 1400 o 1500 metres on a part dels prats i pastures, era possible cultivar cereals i llegums. S'alternava el conreu del sègol i les patates i, menys sovint, l'ordi.

Els prats els dallaven com a molt dos cops per any i es pasturaven a la tardor i, en algun cas, a la primavera. Per garantir l'autosuficiència, calien edificis per emmagatzemar el farratge.



F.11 Imatge a primera línia d'un paller construït íntegrament amb fusta al canton del Valais a Suïssa. En aquest indret el material dominant és la fusta, però la finalitat és la mateixa, un contenidor gran ben ventilat per emmagatzemar l'herba i garantir que es mantingui seca i assegurar-ne la seva durabilitat.



F.12 imatge d'un carrer de Zeneggen, al canton del Valais a Suïssa. Conjunt d'habitatges i edificis per emmagatzemar l'herba o la palla al nucli poblat. Tots els edificis amb tipologia aïllada i construcció íntegrament de fusta i coberta de llosa de pedra o tavillons*.

Imatge al febrer amb neu i gel a les ombres del carrer, mostra de les temperatures baixes durant l'hivern però amb unes façanes on el sol incideix amb força.

* els tavillons son ascles de fusta de larix amb la qual es fan cobertes de fusta o proteccions de les façanes oest. Cada família tenia a més de l'habitatge familiar, un corral, un graner i un "raccard" similar al graner però pel cereal. Molt similars als "hórreos" gallecs.



F.13 Imatge de un raccard a Zengen al Valais Suís, tradicional original al qual li han reconstruït la coberta similar a l'original.

El raccard i els graners tenen una arquitectura característica. Sobre una base de pedra que servia de traster es recolzaven 4 o 8 pilars de fusta que aguanten unes lloses de pedra sobre les quals s'eleva la resta del edifici de fusta massissa amb elements horitzontals units a les cantonades per unions geomètriques de mitja fusta.

La funció de les lloses de pedra era evitar que els ratolins poguessin pujar dins dels graners. Els "raccards" a diferència dels graners, tenien una obertura horitzontal a la part oposada de l'entrada per provocar una corrent d'aire quan es batia el cereal. Els graners son contenidors de fusta pràcticament cecs, mes petits que els corrals o pallers ja que el gra ocupa menys espai.

Els "mayens" es situen a mitja alçada entre 1300 i 1800 metres, on per raons climàtiques, ja no es podia conrear cereals i els prats només es podien dallar un cop al any a l'estiu. Per contra, es podia pasturar dos cops a la primavera i un a la tardor.



F.14 Imatge que representa la vida al llarg de l'any en tres nivells: el poble, les bordes "mayens" i l'alta muntanya, seguint els cicles de recollida de l'herba i adaptant-se a la diferent climatologia segons l'alçada al llarg de l'any. Imatge extreta de: "les maisons rurales du canton de Vaud" tom 2, préalpes-chablais-lavaux Denyse raymond édité par la société suisse des traditions populaires Basilea 2002

Les famílies tenien en aquestes altituds un habitatge adossat als corrals i paller. Els animals i la població s'hi instal·lava al mes de maig fins l'inici de la tardor.

Una de les principals activitats que es realitzaven era la elaboració del formatge. Aquesta activitat tenia la funció d'emmagatzemar i poder conservar i transportar un recurs i aliment que és la llet de forma concentrada. És una manera de concentrar els nutrients de la llet traient-li bona part de l'aigua de manera que ocupa menys espai i es pot conservar la seva essència més d'un any.

La producció de llet de les vaques és molt més elevada a la primavera i a l'estiu que durant l'hivern. A més l'herba que pasturen les vaques és directament dels prats pel seu creixement natural i

l'home no li cal manipular l'herba amb la qual cosa s'estalvia un esforç considerable. És llavors, sobretot durant l'estiu, que es produeix el màxim de formatge. Per fer-ho cal una infraestructura mínima. Cal poder recollir la llet, escalfar-la entre 50 i 60°C, fer la fermentar escorre-la compactar-lo, salar-lo i emmagatzemar-lo en un lloc fresc i relativament sec.

Per tot això era necessari tenir un edifici adaptat mínimament per fer-ho.



F.15 Edifici rural a "l'alpage" al coll de Mosses a prop de Château-d'Oex, al canton de Vaud VD. Corral i habitatge mínim d'estiu adossat dedicat a la fabricació del formatge.

El procés tradicional de l'elaboració del formatge que avui encara es conserva en algunes zones amb una denominació d'origen anomenada *Etivaz* que exigeix mantenir tot el procediment tradicional, des d'escalfar la llet amb un calder amb foc de llenya fins a tancar tot el procés manualment i dins l'edifici tradicional a l'alpage, per sobre els 1500 metres per assegurar-ne el gust i la manera de fer tradicional.



F.16 Procés manual de filtratge i separació entre la llet presa i el xerigot. Procés fet a la cabana d'alpage al canton de Vaud, a Suïssa, prop del Coll de Mosses.



F.17 Imatge del procés de premsat i escorregut del formatge dins un motllo per donar-li la forma i salar-lo perquè comenci el procés de curat i assecatge.

Cada ramat de vaques anava rotant per diferents prats o camps per deixar créixer l'herba. Per tal d'optimitzar i reduir l'esforç dels animals per desplaçar-se fins al lloc de munyir, van construir múltiples "*xalets d'alpage*" dispersos i disseminats per tot el paisatge entre 1200 i 1500 metres d'altitud.

Aquest fet de reduir la fatiga de les vaques al desplaçar-se per no reduir la productivitat de la llet, ja que les vaques lleteres, si les feien caminar gaire durant el dia, per l'esforç que els ocasionava feia baixar la productivitat de llet, i és la raó que justifica la dispersió d'aquets edificis en el territori.

Avui alguns en desús es reconverteixen en habitatges de segona residència però altres encara avui segueixen amb el seu us original.



F.18 Vall al voltant de Château d'Oex al canton de Vaud, límit amb Fribourg a Suïssa. Imatge típica de l'habitat dispers.



F.19 Recol·locació de la canal pluvial al xalet "d'alpage" al mayen a la primavera, una de les operacions de prevenció per aguantar el pas de l'hivern i evitar que el pes de la neu no malmeti la canal de recollida d'aigua de la coberta que només és útil durant l'estiu ja que durant l'hivern neva i no plou de manera que no cal recollir l'aigua..

No s'utilitzen tecnologies molt sofisticades ni robustes sinó un manteniment manual per adaptar l'edifici a les necessitats o a les inclemències de cada moment.

En ple estiu els animals es portaven al "estivage" a la part alta de les muntanyes, de propietat comuna durant els dos mesos més càlids. durant aquest

període, la població fa trajectes entre el nivell intermedi i el poble baix segons les necessitats de les feines agrícoles, ja que cal dallar els prats i recollir l'herba i treballar els conreus prop del poble també durant l'estiu.

Al poble i a mitja alçada el sol es de titularitat privada, en canvi a la part alta, a l'alpage, el sol es comú, ja sigui de la burgesia o d'una mena de consorci.

Segons l'evolució de la vegetació, l'estada a la part alta, de l'alpage començava al principi de juliol fins al setembre. Exactament el mateix període que al Pirineu.

Els ramats estaven cuidats per personal contractat per aquest motiu. Els agricultors passaven l'estiu entre el poble i els "mayens" en una mena de nomadisme vertical anomenat "remuage" estacional segons el ritme dels treballs agrícoles.

Duran l'hivern la família estava al poble i els animals s'alimentaven de l'herba emmagatzemada als pallers durant l'estiu, igual que al Pirineu.

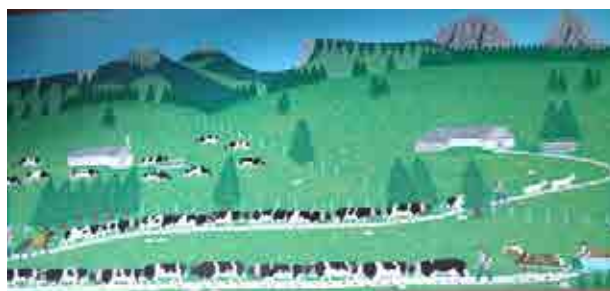
A principi de maig tota la família es traslladava als "mayens" amb els ramats i les maletes. Els ramats pasturaran la primera herba que rebrotava després de l'hivern. A l'estiu quan els animals ja pugen a "l'estivage" o als prats de muntanya els pagesos baixaven al poble a fer la primera dallada, després pujaven als "mayens" a dallar allí dalt, tornaven a baixar per la recol·lecta dels cereals i dallar una segona vegada. Pujaven a l'intermedi, mayens per rebre el ramat que baixava de la muntanya i estaven el màxim de temps mentre hi havia herba als prats abans de l'arribada de la neu per baixar al poble. Mentre tant havien de tornar al poble a ocupar-se del hort, regar, recollir les patates i altre coses. Per tot sants, a principi de Novembre tot hi la neu, tornaven a pujar els ramats als corrals intermedis, mayens per menjar la herba recollida al paller durant l'estiu. La família però es quedava al poble i els nens anaven a l'escola. Els pastors no baixaven al poble fins prop de Nadal, mentre el ramat menjava la herba emmagatzemada als "mayens", i d'aquesta manera guardaven perquè dures mes temps les reserves d'herba seca dels pallers dels pobles.



F.20 Imatge dels treballs manuals de recollida de la herba en els prats dels Alps, en alguns casos de molta pendent. Fins hi tot avui encara es fa a ma ja que no hi

pot entrar cap maquina ja que bolcaria i rodolaria vall a baix. Imatge del autor presa l'estiu del 2007.

Aquesta vida dura permetia l'explotació òptima dels terrenys segons la evolució climàtica i estacional. Una bona organització i planificació era indispensable ja que les famílies no disposaven de molts recursos ni grans propietats. Els nens anaven a l'escola de novembre a maig i tot l'estiu estaven de vacances escolars seguint la família a tots els seus desplaçaments i evidentment ajudant en les tasques diàries i feines del camp.



F.21 Típica representació tradicional del moviment transhumant dels ramats de vaques dels pobles al Alpage passant pels mayens que es veuen representats a la pintura.

Aquesta estratègia amb tres nivells assegurava l'aprovisionament de recursos alimentaris per tota la família en aquestes regions dels Alps. Tenien carn, llet, formatge, llegums, patates, pa... i optimitzaven al màxim els bioritmes naturals diferents segons les diferents alçades dels llocs, aprofitant la variabilitat climàtica en poca distància però en alçada.

Aquest sistema autàrquic i autosuficient no permetia gaire l'obertura dels horitzons i el contacte entre gent de diferent origen. Aquesta manera de viure va durar fins als anys 50 quan va evolucionar el sistema i el desenvolupament d'altres activitats com sobretot el turisme i la millora dels mitjans de comunicació terrestres i el sector serveis, i l'accés a les fons d'energia no renovables. Que han permès evolucionar profundament a la societat i a la seva manera de viure però el llegat arquitectònic i construït continua molt present avui, i s'entén millor si es coneix la estructura social anterior que era la raó de ser de totes aquestes construccions.

1.1.2. El territori característiques urbanes i constructives

On i com es construïa.

Implantació al territori

L'hàbitat rural es localitza en determinats llocs per uns motius concrets. Principalment són les raons climàtiques, microclimàtiques o naturals els principals factors que determinen on s'implanten els nuclis de població. També motius socials o econòmics tindran un pes relatiu, o altres com els eixos de comunicació i punts o encreuaments d'aquets.

L'objectiu del capítol és estudiar i veure on s'ubiquen, quines formes urbanes adopten els nuclis habitats als **Alps** Suïssos, amb quins sistemes constructius treballaven, quins detalls utilitzaven, i comparar-ho amb els mateixos punts amb el **Pirineu** català a la zona del Pallars i del Alt Pirineu, i observar i senyalar les similituds i les diferències.

1.1.2.P- Pirineu

1.1.2.P.1 Morfologia urbana.

Al Pirineu, a la zona estudiada bàsicament del Pallars, la Ribagorça i l'alt Urgell, la població de les zones de muntanya es concentra en els nuclis o pobles. Hi ha molt poca població dispersa en masies.

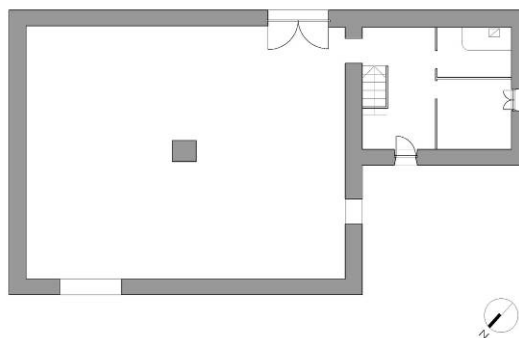
La tipologia aïllada fora dels pobles existeix en aquestes regions amb la forma de les bordes o masies.

Les bordes com a edificis contenidors o magatzems d'herba i estables pels animals, en zones de prats relativament allunyades dels pobles per anar i venir cada dia amb els animals però lo suficient a prop per deixar-hi els animals i els habitants tornar a dormir a la casa principal del poble la majoria dels dies.

Per aquesta raó son edificis agrícoles realment com contenidors molt austers i amb poques obertures, just per l'accés i per ventilar la herba i els animals.



F.22 Imatge exterior de la borda de casatnou com exemple tipus. Al terme de la poblleta de Bellvéi vora el riu Flamissell.



F.23 Planta de la Borda de Casatnou a la Poblleta de Bellvéi. Planta tipus de les bordes amb un volum principal pels animals i com a magatzem de herba seca recollida del prat de regadiu de la vora i un petit anexe per guardar eines o com petita estança pel bordalé, persona que s'ocupava de la borda i dels animals quan estaven establats a dins.

Aquestes estances del bordaé estaven pensades com a allotjament provisional de curta durada i per una sola persona.

La secció tipus d'aquets edificis i també dels pallers de dins dels nuclis habitats són d'una planta baixa amb els estables o corrals i una planta primera amb el magatzem de l'herba seca anomenat paller amb el sostre relativament alt. Per accedir-hi s'aprofitava la topografia del lloc i normalment es semi soterra contra el terreny el corral per permetre pujar per una rampa natural del terreny per tenir accés a nivell de carrer al paller per tal de facilitar l'accés amb els carrors carregats d'herba.

En llocs on la topografia era mes plana es construïen els pujadors, que son rampes per tal d'accedir als pallers.

Aquets murs semienterrats dels corrals son factibles utilitzant la pedra, cosa que no fan als Alps quan es construeixen íntegrament amb fusta.

En terrenys més pròxims als pobles o de secà que no hi havia tan volum d'herba a recollir, no es construïen bordes sinó cabanes estrictament com a refugi pels treballadors de la terra en cas de tempesta o mal temps. Aquestes cabanes de pedra seca es construïen normalment las marges de les

finques on ja hi havia parets de pedra per delimitar les propietats o per fer de mur de contenció entre diferents nivells del terreny, disposaven de molta pedra de petites dimensions normalment provinent del fet d'espedregar o sigui treure les pedres que anaven sortint durant les feines de llaurat any rere any del terreny. Aquest material "de rebuig" servia com a matèria prima per aquestes construccions amb pedra seca que es troben per tot el país, no només al Pirineu sinó a tot arreu allà on hi ha pedra al sol i es llauraven per sembrar. Des del cap de Creus fins als Ports de Tortosa Besseit trobem aquestes intervencions del home a la topografia.



F.24 Cabana típica de pedra seca entre els marges dels camps que es llauraven i s'espedregaven. Aquesta situada entre La Pobleta de bellvei i Envall arranjada al 2010.

En llocs com Menorca o el Baix Camp, amb aquestes pedres abundants arribaven a construir obres impressionants com es zigurats edificacions amb cúpula central de volum considerable construïdes amb un únic material que era la pedra extreta dels camps.

(...) L'urbanisme que ha construït els pobles no ha estat preconcebut sinó que ha estat fruit d'un creixement net, natural i espontani de la població, el resultat del qual ha estat molt interactiu respecte a la geografia de l'assentament. També cal dir que secularment els ciutadans més cultivats espiritualment aprofitaven solucions als seus problemes urbans i s'aconseguien uns resultats òptims sense que aquest objectiu fos primordial. La morfologia d'aquesta estructura urbana és d'assentament tancat i apinyat, travessat per carrers estrets i irregulars. El punt neuràlgic de la població és la plaça major, lloc on se celebren totes les festivitats del poble. (...) fragment de l'arquitecte Joan Curós al llibre "la Casa al Pirineu, evolució arquitectura i restauració" a la pàgina 88

Els pobles on es centrava la població dels territoris de muntanya tenia una morfologia urbana resultat del tipus de creixement que podia ser lineal o compacta. És lineal quan el creixement es desenvolupa al voltant d'un eix o via de

comunicació i, compacte quan el poble creix al voltant d'un nucli central important.

L'organització funcional dels edificis a la població pot estar per zones o en una barreja funcional d'edificis d'habitatge o estables.

Els espais d'una població es divideixen en tres usos principals:

Habitatge, estables corrals, i espais urbans comuns.

Els espais urbans comuns, com els carrers i sobretot les places tenen la seva importància com a llocs públics, escenaris d'activitats i relacions socials en les places, porxos i carrers coberts. Són la base de la vida social.

Els esdeveniments socials principals com sobretot les fires d'animals però també focus de relacions socials es feien a les places i els carrers. Els porxos com a espais públics construïts evidencien la importància dels espais de mercats protegits per tal de afavorir aquestes activitats comercials econòmiques i socials, i per aquests fets era necessària una certa infraestructura pública.

En alguns casos concrets com a Salàs de Pallars en la època de les fires de mules, que era un gran motor econòmic, la iniciativa privada realitzava part de les fires dins de les eres o espais tancats privats on es criaven aquets animals, i com que les fires eren molt grans amb molta gent i en moments puntuals s'habilitaven aquells espais privats, les eres per tal de permetre encabir tota la activitat entre l'espai públic i privat.



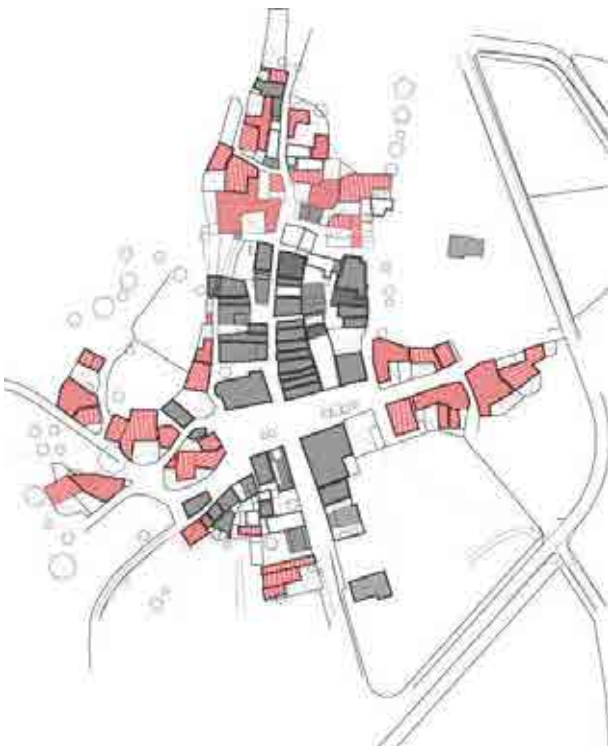
F.25 Imatge de un dia de fira dins de la plaça fortificada al centre del nucli de Peramea, que disposa de una generosa superfície pública dins del nucli tancat.



F.26 Imatge de l'espai públic i porxat al interior de Peramea.



F.27 Planta de Peramea on s'aprecia la forma urbana tancada i compacta amb un gran espai públic central, nucli de les activitats socials amb els edificis d'habitatge grafiats amb negre a la part central i els edificis agrícoles es situen al perímetre.



F.28 Planta de la població de la Pobleta de Bellveí. Distinció entre edificis de vivenda al centre representats en gris i els estables al perímetre en roig, tots amb el seu pati ubicat perfectament a sud.

Aquest poble mostra clarament la separació en zones funcionals diferents dels estables i dels habitatges. La tipologia urbana, però, és de creixement lineal, encara que al voltant de dos eixos de comunicació que es creuen i n'esdevé una certa compacitat. Un eix principal que és la comunicació nord-sud de la Vall de Cabdella, avui Vall Fosca i l'altre els ramals cap a Montcortès – Envall i cap a Estavill, que es crea en el sentit est-oest.

Els espais públics centrals són bastant generosos. Aquests espais tenien la funció d'acollir les fires i els esdeveniments socials a més de ser indrets de circulació.

En aquesta població es celebraven dos cops per any una fira important de ramaderia que ocupava els carrers i places i part dels prats pròxims al poble per tal de poder reunir la gent i els ramats.

En la pròxima imatge es veu una foto aèria del mateix poble de la Pobleta de Bellveí on podem percebre clarament els terrenys agrícoles al seu voltant. A diferència de Suïssa, el clima bastant sec del costat sud dels Pirineus, obliga a tenir sistemes de regadiu per canals i sèquies. S'aprofita la baixada del riu per guanyar nivell i regar per gravetat els horts i els prats de sota el poble.

Del poble al riu és la zona que es rega, lleugerament d'un verd més fort i, a la part superior, la superfície agrícola no regada, més seca, son conreus de secà no per això menyspreables ja que era on es sembraven els cereals com ordi, sègol o blat, entre altres.

Aquest pla que es pot regar és una de les raons per la que aquesta població es va instal·lar un dia en aquest indret, encara que hi havia una mica més d'humitat ambiental, el microclima no és tan benigne però és més pràctic.



F.29 Imatge aèria de la Pobleta de Bellveí on es veu la franja verda de prats de reg entre el poble i el riu.

Històricament el nucli de població es trobava en un altre indret més pendent i més encarat a sud però més lluny de la zona de reg.

Agrupats i compactes, els edificis formen nuclis que seran els pobles, sempre associats a uns terrenys agrícoles que són la font de la seva alimentació.

La mida de les poblacions i per tant el seu cens de població manté una relació directa amb la superfície de terreny agrícola a disposició per alimentar als seus habitants.

S'estableix un equilibri natural fruit de la autosuficiència que la superfície disponible fèrtil o de conreu i les tècniques tradicionals aplicades determina un tampany màxim de la població que viu d'aquells terrenys, ja que no hi ha pràcticament comerç extern que subministri els aliments ni son tampoc terrenys productius amb excedent que venguin a altres regions.

El poble d'Estavill com la majoria d'altres pobles es situa a mitja pendent però a cavall sobre una mena de lloma topogràfica que el protegeix de l'aigua que baixa per la superfície de les muntanyes en cas de pluges torrencials i li proporciona un lloc sobresortint amb bones vistes, bona ventilació i domini visual del voltant.

A la foto aèria s'observen els terrenys agrícoles que, com en tots els altres pobles, els envolten i representen el mitjà de vida de l'època.



F.30 Estavill, és un altre exemple de poble d'aquesta regió. La seva morfologia urbana és molt compacta i posseeix varis carrerons coberts que accentuen la seva compacitat.



F.31 Planta volumètrica del poble d'Estavill. Es distingeixen les cobertes dels volums edificats i els espais buits dels patis de les eres. De color gris els edificis d'habitatge i de color roig les cobertes dels corrals o pallers.

A la figura 31, el plànol de la població d'Estavill on es representen els volums edificats de les construccions i els buits dels patis dels estables que ofereixen una porositat que permet al sol escalfar completament les façanes de la major part de cases a l'hivern.

S'observa en aquest cas que els espais a cel obert dins del poble son molt més grans les eres privades per la activitat agrícola que no pas els carrers per la activitat social o pública. Ja que es tracta de un poble petit fora dels eixos principals de comunicació i on no es desenvolupen ni fires ni mercats importants.

En aquesta planta volumètrica es representen els carrers que desapareixen sota els edificis. Els seus carrerons coberts, típics en aquests pobles, ofereixen una sèrie de qualitats espacials i microclimàtiques molt interessants.

Son espais que durant l'estiu son molt frescos ja que estan a la ombra, ben ventilats i amb unes condicions lumíniques de penombra. La inèrcia tèrmica dels murs que el rodegen mantenen una temperatura de radiació baixa.

Quan plou son espais aixoplugats a cobert i en cas de fred els murs i el fet d'estar coberts també permeten que la temperatura de radiació no sigui tan freda tot hi que el corrent d'aire pot incomodar aquets espais en ple hivern si fa vent.

El conjunt, també dens, fa optimitzar les pèrdues tèrmiques entre els edificis que pel sistema constructiu bàsicament petri, un material amb una transmitància tèrmica elevada o sigui poc aïllant tèrmicament tot hi els grans gruixos dels murs en alguns casos.

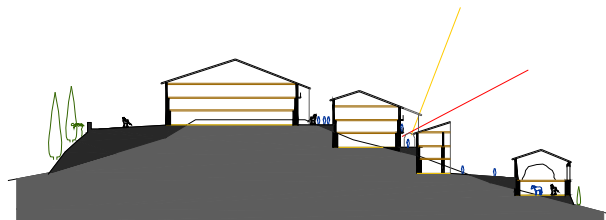


F.32 Imatge de carrerons coberts a la població d'Estavill.



F.33 Imatge de carrerons coberts a la població d'Estavill. Aquest carrers ofereixen una protecció als vianants a nivell tèrmic, tant a l'estiu, perquè són a l'ombra, com a l'hivern que són espais més resguardats del fred perquè la temperatura de radiació de les façanes que l'envolten és superior a la temperatura de l'ambient exterior. Aquests espais coberts també protegeixen de la pluja i de la neu. Amb els llums d'oli era fàcil il·luminar aquests espais més protegits i segurs durant la nit. Aquests carrerons generen espais intermedis entre l'interior dels edificis i el camp.

La secció següent mostra clarament com la situació en pendent cap al sud permet tenir un bon assolament fins i tot a les façanes que formen un carreró estret. La pendent de les cobertes i la gradació topogràfica permet que, fins i tot en els dies en què el sol està més baix a finals de desembre, els primers pisos on es desenvolupa l'activitat durant el dia tinguin el sol assegurat en l'estació on més el necessitem.



F.34 Secció nord sud del nucli d'Estavill, al Pallars Jussà a 1.100 metres d'alçada sobre una lloma però inclinat cap a la vessant sud.

1.1.2.P.2 L'Edifici:

Els edificis tenien dos usos principals: habitatge o agrícola.

Analitzem un sistema combinat d'edifici d'habitatge amb uns annexos més grans que la pròpia casa com a corral i palls.

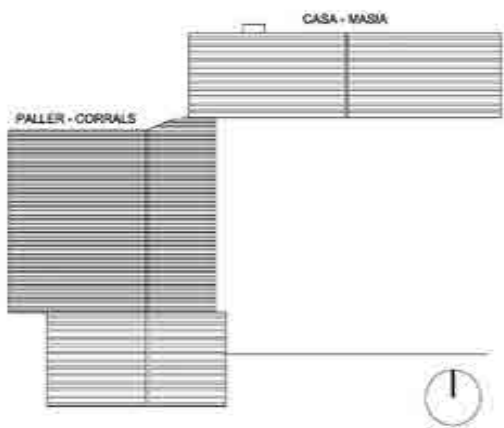
El volum d'habitatge té clarament diferenciades les façanes segons l'orientació.

L'activitat humana que es desenvolupa al seu interior valora i busca una bona relació amb l'exterior.

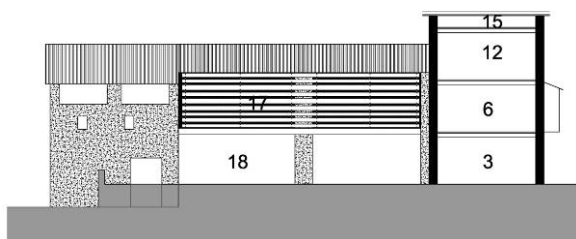
La distribució de les obertures segons l'orientació de cada façana no queda al atzar. L'orientació de cada façana determina el grau d'obertures que disposarà. Per raons bàsicament energètiques que s'exposaran amb més detall al capítol 1.2 els edificis s'obren a les façanes sud, dins de la mesura de les possibilitats de les tècniques del moment, amb vidres petits i fusteries senzilles però amb una intenció clara d'obrir i deixar entrar el sol de sud durant l'hivern. Pel contrari, les façanes nord seran pràcticament cegues amb unes obertures mínimes per donar ventilació i il·luminació als espais que donen a aquella orientació i no poden obrir-se de cap altra manera. En moltes valls del Pirineu català, orientades nord-sud, a més a més la façana nord rebrà forts vents gelats durant l'hivern, motiu de més per tancar al màxim aquesta façana.

1-Masia fora del casc urbà:

L'exemple següent és de la Masia de Beneta, a la Pobleta de Bellveí, com un dels molts exemples de la diferència notable entre la façana sud, plena d'obertures per captar la llum i la calor del sol cap on s'obren les habitacions principals, i la façana nord ben tancada només amb algun forat per ventilar i, al fons, una tribuna més recent amb l'aparició de lavabos i una comuna.



F.35 Esquema en planta de la masia de Beneta amb la distribució de l'edifici de la casa i els edificis de paller i corral.



F.36 Secció segons els usos de la casa i els corral i paller.



F.37 Façana sud. Amb obertures relativament grans per la època



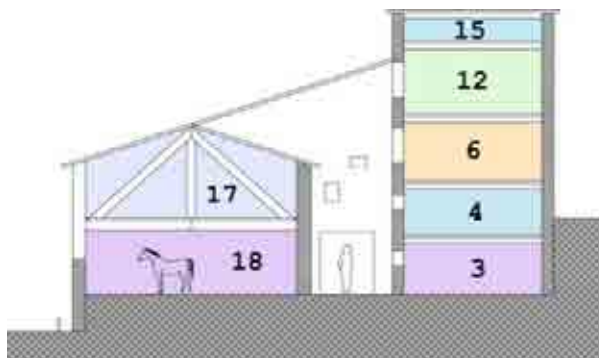
F.38 Façana est-nord. Pràcticament cega

2- Sistema combinat de casa corral i paller:

Les imatges a continuació són l'exemple d'una casa i corral i paller dins del nucli urbà de Montcortès, la casa Perelló. Pallars Sobirà. A la part baixa del poble adossats uns amb els altres tenia en varis volums tots els ingredients per la autosuficiència.



F.39 Emplaçament de l'edifici seccionat dins de la trama urbana de Montcortès a la part baixa del poble al costat del rentador.



F.40 Secció de l'edifici a Montcortès també en relació amb l'estable i el paller

L'habitatge a la dreta de la secció molt més petit que els corral consta d'una base amb rebost a dos nivells de sostres molt baixos, un primer pis amb la sala i sobre les habitacions que en aquest cas una habitació s'havia ampliat a posteriori cap a dins del paller per falta d'espai a la casa. I a sobre, les golfes o sotacoberta amb un espai per guardar i assecat llegums i fruits.

- 3.- estable pels porcs.
- 4.- rebost.
- 5.- sala d'entrada.
- 6.- sala d'estar.
- 7.- sala del foc.
- 12.- habitacions,
- 14.-sala dormitori provisional.
- 15.-sota coberta i assecador a l'hivern.
- 17.- Paller i magatzem d'herba com a aliment dels animals de sota. Espai necessari per a guardar el menjar per tot l'hivern. Espai sec ben ventilat i molt assolellat, la façana sud completament oberta. L'espai del paller, en aquesta zona del Pirineu, es va estendre molt una tipologia d'encavallada normalment oberta a sud, anomenada estisora, que permetia alliberar de pilars la planta del corral dels animals. Les llums oscil·len entre 7 i 13 metres, i la encavallada es senzilla amb un pendoló a tracció central.
- 18.- Estable dels animals, vaques i alguns cavalls.



F.41 Imatge paller casa Perelló abans reforma.

Les tipologies que es repeteixen en el cas dels habitatges antics tradicionals del Pirineu responen a la manera de viure de la gent de fa més de 50 anys. L'autonomia en tots els nivells, la casa era una màquina bioesfèrica, natural, (com un mini ecosistema) ben adaptat al seu medi i a les lleis de la natura.

En la majoria dels casos i en tots els pobles de la zona, la màquina per allotjar una família, s'organitzava en diferents estrats. Al nivell del terra, els animals, porcs o pollastres creixent, escalfant i menjant la brossa orgànica dels habitants, ja que era el lloc per deixar totes les restes orgàniques, que després són retirades i dispersades pel camp sovint al propi hort de la casa amb la fi d'alimentar els vegetals que creixeran per servir i tornar a alimentar als seus habitants.

Aquest fenomen quasi impossible físicament als nostres dies, de reconvertir un residu propi en matèria prima per la obtenció de nous productes de disseny i necessitat, o sigui d'una disminució de la entropia, es fa gràcies a la energia solar, que és el motor de la biosfera que aporta contínuament la energia que li cal al sistema per continuar funcionant indefinidament i sense reduir ni degradar

el capital natural disponible o diguem-li medi ambient.

Aquesta qüestió d'una transcendència tan i tan important resulta que estava resolta dins de l'estructura tipològica i social de la casa tradicional. En aquest cas adaptat al entorn geogràfic del Pirineu però a la mateixa època en altres llocs del país tenien una estructura similar i tancaven el cicle de la mateixa manera i dins de la mateixa família.

A la part baixa dels edificis es quedava el motor biològic i animal amb un nivell higiènic just, en algun cas deixant una mica que desitjar però.

Al primer pis, separat de la humitat del sòl, i separat de l'activitat animal, ja en uns ambient més higiènics es trobaven els espais de dia, sala d'estar, cuina i sobretot el foc, el cor de la casa i zona millor acondicionada.

Al segon pis, més separat del terra, els dormitoris i el lloc més sagrat per guardar les llavors que serviran per sembrar l'any següent.

A l'última planta, sota la coberta, les golfes o pallers, on eren emmagatzemats els productes per fer-los assecat. A la vegada, aquest coixí vegetal sec ajudava com un aïllament a retenir una mica d'escalfor sobre les habitacions.

Al capítol 3 s'analitzen els espais dels edificis tradicionals a nivell del comportament tèrmic i higromètric, i aquets espais dels sota coberta resulta que son espais ben ventilats i amb una temperatura superior a la exterior durant tot l'any. Aquest fet fa que siguin uns espais que siguin secs i que eixuguin el que s'hi posa, la qual cosa ja havien detectat la gent i utilitzaven aquets espais pel assecat de llegums, fruites o hortalisses.

Aquesta estructura funcional es repetirà aproximadament en tots els casos amb les particularitats i singularitats de cada cas.

Ara n'expliquem algun per comprovar com es donaven aquestes repeticions funcionals en diferents formes urbanes ja siguin edificis adossats o aïllats.

3- Edifici d'habitatge aïllat dins el nucli urbà:

Edifici d'habitatge aïllat dins del nucli urbà a la Pobleta de Bellvé per a una família al Pallars Jussà. L'edifici d'habitatge alberga les zones de vida diària durant tot l'any dels seus habitants, les zones de dormir, zones de emmagatzematge, assecat, rebost i forn de pa, i també a la part baixa un corral de porcs com a part biològica que tanca el cicle natural de la cadena alimentària, a apart de ser una petita font de calor durant l'hivern.



F.42 Emplaçament a la part baixa del poble de la casa aïllada.

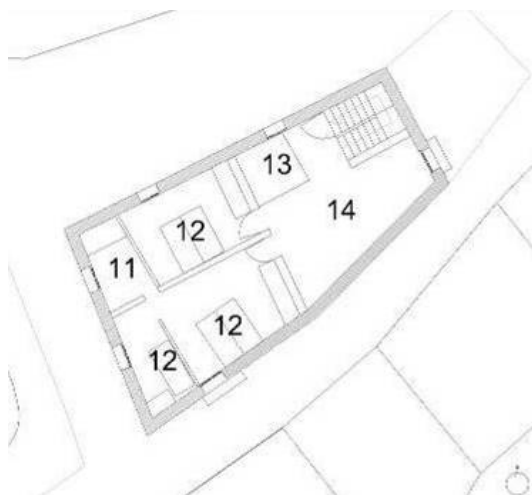
La vida dels seus ocupants depèn però de altres edificis annexos a aquest on hi ha els pallers i corral, necessaris per satisfer les necessitats de tota la família al llarg de tot l'any.



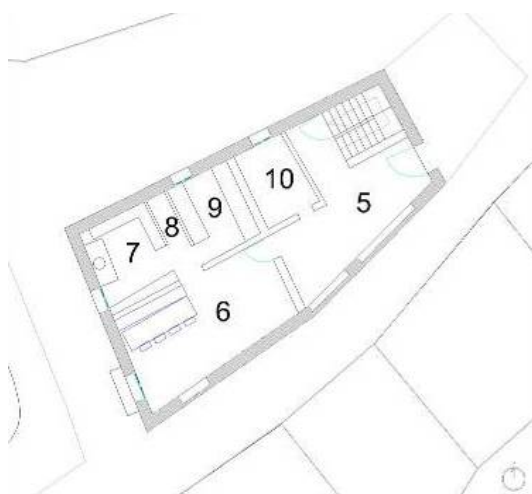
F.43 Imatge actual de la façana nord del edifici aïllat dins de la trama urbana, situat a la part baixa del poble entre el camí de la font i el barranc d'Envall que baixa aigua en casos de pluges torrencials.



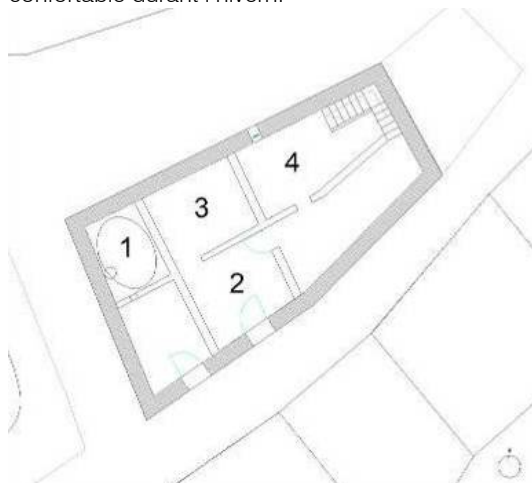
F.44 Imatge de les habitacions tradicionals on no existeix passadís sino que es passa d'una peça a una altra.



F.45 Planta segona, habitacions



F.46 Planta primera zona habitada de dia
Lloc central amb la llar de foc i espai del foc i cuina com nuclis principals de la vida familiar i lloc condicionat i confortable durant l'hivern.

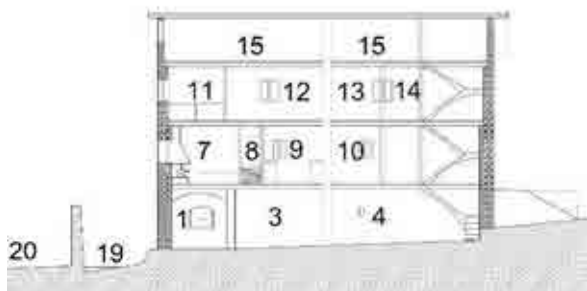


F.47 Planta carrer, forn, rebost i corral
En aquest cas el forn de pa es situa sota de la sala del foc a nivell de carrer amb accés directe des de fora i separat dels corral i rebost.

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1.- forn de pa. | 2.- estable interior. |
| 3.- estable pels porcs. | |
| 4.- rebost. | 5.- sala d'entrada. |

- 6.- sala menjador.
- 8.- magatzem de fusta.
- 10.- magatzem d'aliments – rebost.
- 12.- habitacions,
- 13.- última adaptació de lavabo.
- 14.-sala dormitori provisional.
- 15.-sota coberta i assecador a l'hivern.
- 16.- reserva d'aigua de 15 m3, a Envall, un poble de secà lluny del riu principal de la vall es guardava l'aigua recollida a les cobertes per tenir una reserva d'aigua sobretot pels animals.
- 17.- Paller i magatzem d'herba com a aliment dels animals de sota. Espai necessari per a guardar el menjar per tot l'hivern. Espai sec ben ventilat i molt assolellat, la façana sud completament oberta. Estissora.
- 18.- Estable dels animals, vaques i alguns cavalls.
- 19.- canal d'aigua per regar els horts i les prades
- 20.-terrenys per als horts i l'agricultura.
- 7.- sala del foc.
- 9.- cuina.
- 11.- magatzem de gra.

F.48 Llegenda dels usos dels espais interiors dels edificis.



F.49 Secció del edifici aïllat a La Pobleta de Bellvé on es pot veure la distribució dels espais en vertical que s'articulen al voltant del nucli central que es el foc i el forn. Deixant a la part freda com espais de protecció les sales de menys us, els rebost i les escales.

4- Edifici entre mitgeres:

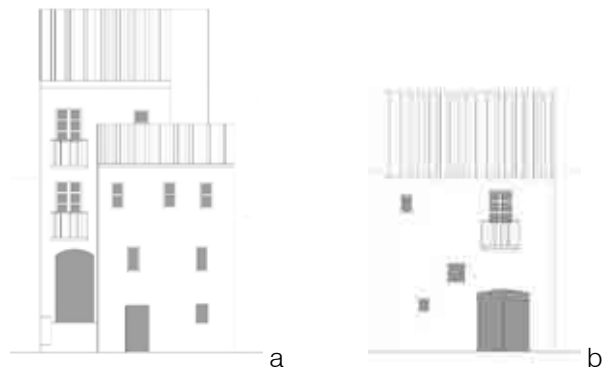
- edifici dels més comuns per la tipologia compacta entre mitgeres, teixit urbà.
La distribució d'usos es la mateixa que en l'exemple precedent en tipologia aïllada dins de un casc urbà del poble. La distribució funcional és molt similar, amb planta semisoterrani, planta principal a sobre, planta d'habitacions i el sotacoberta.



F.50 Emplaçament: Envall, al Pallars Jussà.



F.51 Façana sud-oest, més oberta per aprofitar el sol. També aprofita de la topografia que baixa cap a la orientació sud oest.

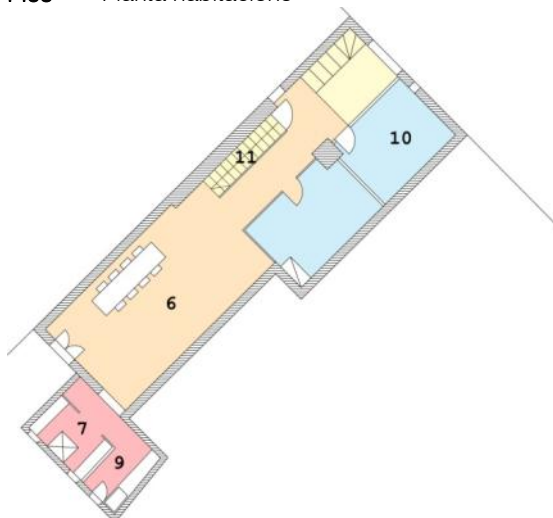


F.52

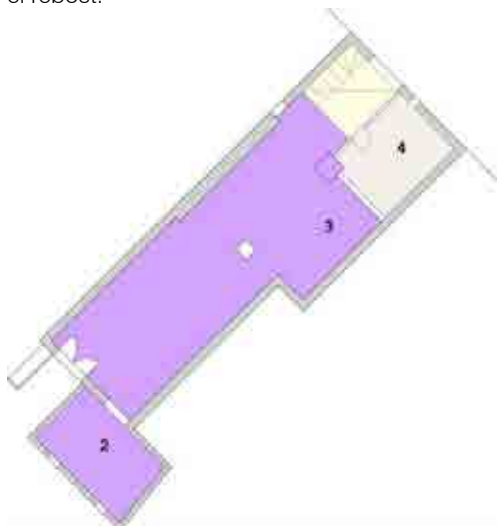
- a. Façana sud-oest, més oberta per aprofitar el sol.
- b. Façana nord-est, més tancada i protegida.



F.53 Planta habitacions



F.54 Planta de vida diària amb la cuina el foc la sala i el rebost.



F.55 Planta baixa amb els corrals i que connecta amb els estables del paller annex i el pati de la era.



F.56 Imatge actual del paller que s'ha tancat parcialment per instal·lar un allotjament provisional per un camp de treball juvenil durant l'estiu. L'espai de la era i els corrals continua tenint la mateixa forma i pot tenir la mateixa funció. En unes zones continua havent-hi gallines i conills per l'autoconsum de la casa.



F.57 Secció de l'edifici entre mitgeres en relació amb l'era, l'estable i el paller que s'estén a la part inferior de la casa.

1.1.2.P.3. Sistemes constructius, els materials. Escala de detall.

Per la lògica de minimitzar el consum de recursos i reduir els esforços, per realitzar les construccions en les zones de muntanya, els seus habitants utilitzaven els materials que tenien al seu abast, al seu entorn immediat, com no podia ser de una altra manera ja que no tenien la opció de fer portar materials pesats des d'origens llunyans. La gent de la muntanya amb potser algunes excepcions no tenien gaires més recursos que els justos per subsistir i com ja s'ha dit es basaven amb la seva capacitat per ser autosuficients.

Per tant, si no tenien mitjans econòmics per comprar materials a fora ni mitjans tècnics per portar-los no tenien més remei que espavilar-se amb els materials locals.

I és aquí on rau la clau de l'aspecte estètic de les construccions de cada lloc i de la elecció dels materials.

A cada indret serà la astúcia o saviesa o desenvolupament de la artesanía local qui haurà de ser capaç de treure el màxim partit dels materials que tenen a la vora.

Aquesta situació que podria semblar una gran limitació i dificultat per poder construir, o almenys avui ens semblaria així, resulta que es la base per la qual les construccions tradicionals locals eren exemples excel·lents d'edificis integrats amb l'entorn, dons utilitzaven els seus materials i cromatismes i no representaven cap trauma ambiental ja que explotaven els recursos locals a petita escala i amb mitjans manuals que no eren gaire agressius.

Fins hi tot es tancava en cada cas a la perfecció el cicle dels materials ja que com que eren d'origen natural i extrets del lloc, si es dipositaven al medi un altre cop eren absorbits pel medi ja que els hi era proper, tan la pedra, la fusta, el guix o la terra.

Ho podem observar en alguns pobles abandonats on l'aigua que ha entrat als edificis els ha anat deteriorant fins fer caure total o parcialment i la natura absorbeix completament l'edifici sencer començant a créixer arbres i vegetació al seu interior i al final nomes es reconeixen les antigues edificacions pels munts de pedres que conformaven els murs perimetrals. La resta tot el material de cobertes i forjats intermitjos majoritàriament de fusta quedaven reciclats pels processos naturals i pròpies de la biosfera sense dificultats.



F.58 Estructura de fusta. Façana sud oberta i coberta d'un paller per assecar i emmagatzemar l'herba seca.

Els elements estructurals horitzontals són en la gran majoria elements de fusta, bigues o troncs mes o menys aserrats com a únic element local que permet treballar a flexió. En alguns casos algunes voltes de pedra formen les obertures de les plantes baixes per evitar el dintell.



F.59 Forjat de bigues i revoltos de fusta guix i calç.

Construcció de forjats horitzontals amb bigues de fusta i emplenat entre elles amb petites voltes de guix i calç, sense taulells de fusta ja que en aquest indret no hi havia gaire fusta. Aquest sistema constructiu és utilitzat tant en les vivendes com en els edificis agrícoles.

Els paviments, a l'interior dels edificis sobre els forjats era sempre el mateix material aparent, el guix amb calç. Un revestiment continu de color clar, netejat amb una escombra però no amb aigua. Aquest material agradable i tebi al tacte de la pell, i la seva baixa conductivitat tèrmica, en comparació a la pedra li dona una sensació poc freda.



F.60 Secció de la composició del mur de pedra a doble cara amb conglomerant de terra i fang, caient al poble d'Envall, en permet veure la seva composició de doble fulla i el seu intradós.



F.61 Imatge exterior d'un mur de pedra on la pluja ha anat erosionant el conglomerant i es veu només la pedra sense junta.
Encara segueix avui, al poble d'Envall.

Els habitatges no tenien la pedra vista sinó que estaven arrebossats amb morters de calç per protegir la façana de la intempèrie i fer-la mes estanca al aire i l'aigua.

L'estructura vertical es resol bàsicament amb el mur de pedra, a dues bandes de tipus romà amb argila com a unió entre les pedres.

Aquest tipus de murs, ofereixen la seva estabilitat a base del seu gruix i la geometria i unió entre les pedres que el conformen. El conglomerant de terra no exerceix una gran força a tracció. El seu gran gruix a nivell inferior fa que els fonaments siguin poc més amples i en alguns casos el gruix del mur es com una sabata extrusionada i el mur no s'encasta gaire profund al terreny.

Aquests murs tenen una llarga durabilitat mentre l'aigua no hi arriba mai. Quan l'aigua hi arriba, dissol la terra que feia d'unió entre les pedres perdent cohesió entre elles i acaben col·lapsant el mur, que cau. És curiós que els murs de pedra d'aquest tipus tenen el mateix enemic que els elements de fusta, quan aparentment són d'una naturalesa molt diferent.

Els materials de les cobertes, primerament eren de llosa, llosats, amb pedres planes el més grans possibles i més primes per tal de reduir el pes i cobrir tota la superfície de la coberta. Fa més de 150 anys van aparèixer amb facilitat teules ceràmiques àrabs de mitja canya troncocòniques que eren molt més lleugeres que les lloses i al fer canals garantien millor l'estanquitat a l'aigua en cas de vent.



F.62 Imatge d'uns teulats a Guiró, Pallars Jussà. 2007. Imatge molt clara de la evolució dels materials de cobertura dels edificis. Es veu la llosa original, després la teula i després la uralita.



F.63 La mateixa coberta al 2009 es substitueix el mostrari de materials per una xapa lacada i unes ventades al febrer del 2012 van arrencar xapa i bigues de la coberta.

Hi ha elements constructius fruits de la nova tecnologia que poden ser molt beneficiosos en alguns casos però cal conèixer quins inconvenients poden presentar.

Va ser una evolució o modernitat que es va adoptar en molts nuclis del Pirineu que no havien vist mai aquest material ceràmic i que després esdevé tradició i fins hi tot exigit en molts nuclis a través de les normatives de construcció urbanístiques, com si només hagués existit allò.

A la mateixa imatge veiem les planxes d'uralita de fibro ciment armat amb amiant, ondulades i de format gran, mes lleugeres que les teules i al ser peces molt mes grans garantien molt millor la estanquitat a l'aigua, principal preocupació dels usuaris dels edificis en aquestes zones de muntanya.

Aquest material de color original fosc amb una mena de pintura, ràpidament la perdia i es quedava gris clar, un color poc integrat al lloc. A més de les altes temperatures que agafava el material i transmetia cap a l'interior a través de la radiació infraroja, molt molest al estiu.

Després de 50 anys encara hi ha nombroses cobertes amb aquest material. Algunes pedregada

severa ha castigat o malmès aquest tipus de cobertes o alguna ventada molt forta també n'ha pogut trencar alguns trams.

La llosa de pedra es col·locava sobre l'embigat de fusta i un entaulat de taulons de fusta una mica separats.



F.64 Imatge per sota de un embigat antic i un entaulat en una borda de Isil a la part alta del Pallars Sobirà. Sistema d'encavallada elemental on un tirant arriostra la coberta i redueix les empentes alhora que recolza la biga del carener.



F.65 Imatge per sota d'un teulat amb teula àrab ceràmica i llares de suport amb posició longitudinal a llata per canal tallades de forma triangular per adaptar-se millor a la geometria de les teules. Teulat d'un paller a La Pobleta de Bellvé. Pallars Jussà. 2007.



77. Senet (Alta Ribagorça)

F.66 Imatge de una coberta a Senet a l'alta Ribagorça a principis del S:XX amb posts longitudinals de fusta. Es un sistema de coberta molt poc habitual i no molt fiable ja que cal que les taules tinguin unes ranures laterals longitudinals que facin de canal perquè l'aigua amb vent no entri entre taules i taules encavallades.

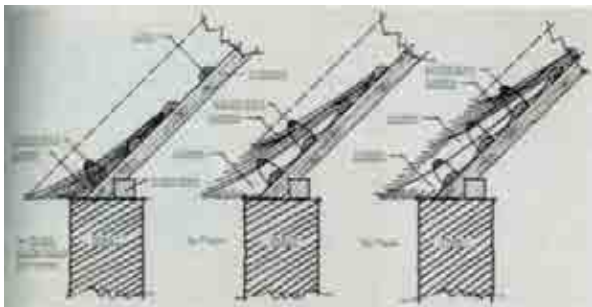
Imatge del llibre " Los Altos Pirineos" Fritz Kruger



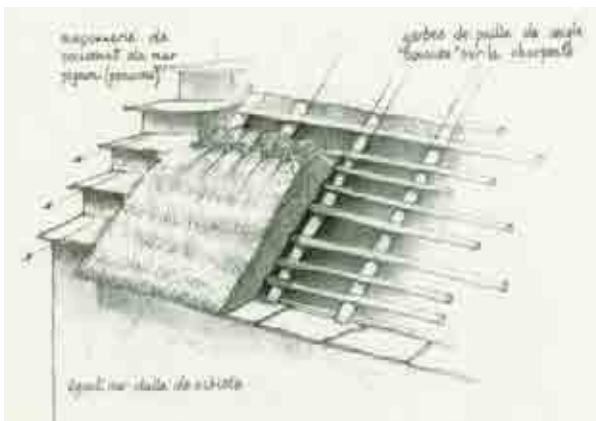
119. Bordius (V. de Torán)

F.67 Imatges històriques de Bordius, un petit poblat que la majoria de les seves cobertes eren de palla de sègol normalment llarga i rígida que agrupada amb menats lligats s'anava col·locant lligada als barrons de fusta travessers entre biga i biga. Imatge del principi del

Imatge del llibre " Los Altos Pirineos" Fritz Kruger



F.68 esquemes de la colocació de les garbes. (a partir d'Adison, 1986) "la casa aranesa, Antropologia de l'arquitectura de la Val D'Aran" Xavier Roigé, Ferran Estrada Oriol Beltran pàgina 149



F.69 Detalls de la col·locació dels garbers de palla a la coberta. Cada garba que es un manat de palla, normalment de sègol, que te una tija molt llarga i resistent, i un tipus de cereal que es conrava normalment en trossos de muntanya mitja alta. Imatge extreta del llibre "les granges foraines dans les Hautes-Pyrénées" conseil d'architecture urbanisme et environnement des Hautes-Pyrenees.

La coberta de palla es construeix col·locant cada garba unida amb un cordill o amb una tija de la mateixa palla que te certa flexibilitat a la sub estructura de fusta de la coberta. Cada garba s'encavalla 2/3 de la seva llargada de manera que la coberta te el gruix de tres capes de garbes de palla, i pot superar els 30cm de gruix. D'aquesta manera i amb les garbes molt denses i amb la palla apretada es garanteix la estanqueïtat a l'aigua de la pluja.

A les imatges s'aprecia com es resolen els testers, amb el mur de façana que sobrepassa el pla de la palla per tal de protegir els laterals de la coberta del vent. Aquest mur de façana es corona amb unes lloses amb pendent cap a baix i cap a fora per evitar que l'aigua es filtri per la junta entre la paret de pedra i la coberta de palla.

A la zona del Aran s'anomenen *penaus*.



F.70 Imatge del detall de coronació de una coberta de palla a la part baixa de la Vall d'Aran una de les últimes que es mantenen avui al Pirineu català. Un trenat unint les garbes de la part superior per assegurar que el vent no les aixequi i que l'aigua no entri pel carener.



F.71 Imatge interior d'una coberta de palla on es veu la estructura principal, la secundària i les cordes que uneixen les garbes de palla a l'estructura secundària.



F.72 Detall del ràfeg de la coberta de palla. Una llosa de pedra sobresurt per la part inferior com a suport de la palla i garanteix que l'aigua no arribi a la captarrera del mur. La palla vola uns 20cm per deixar caure l'aigua fora del pla vertical de la façana. El voladís no pot ser molt exagerat perquè el vent no intenti aixecar la palla. Cal evitar que sigui accessible a cavalls o vaques que s'ho poden menjar.

Aquest sistema constructiu requereix una certa pendent de la coberta de manera que l'aigua de la pluja rellisqui per tensió superficial per les tiges de la palla de sègol i la densitat i gruix de les garbes garanteix que l'aigua no entri dins del edifici.

Te una durabilitat limitada i els detalls constructius son molt específics i cal que estiguin ben executats. La part baixa es resol amb una llosa a la captererra del mur que permet escopir cap a fora la palla i l'aigua. Al carener es més complicat i cal reforçar les lligades de les garbes perquè el vent no s'emporti la última filada de palla. Una barra per sobre lligada a dins garantia normalment la solidesa de la captererra amb aquesta mena de pinça.

Les regions on s'utilitzava aquest sistema era en llocs normalment en bordes on al seu voltant es conreava el cereal, normalment sègol per la seva resistència i tija mes forta. Son normalment bordes per sobre dels pobles, en llocs de secà on no es rega o sigui lluny del fons de les valls.



F.73 Imatge de la reconstrucció de la borda a Ginestarre que tindrà la coberta de palla.



F.74 Imatges del sembrat de sègol a la primavera.



F.75 Imatges del sembrat actual recuperat de sègol a les rodalies de la borda que es recuperarà la coberta amb

palla de sègol a Ginestarre. imatge del mes de juliol del 2012 al moment de la sega manual.

Avui aquesta tècnica està pràcticament en desús i són escasses i rares les cobertes que encara avui s'aguanten amb aquest sistema. Se'n coneix una a la part baixa de la Vall d'Aran i el estiu del 2012 en reconstruïm una a la borda de casa Bringué de Ginestarre al Pallars Sobirà es reconstrueix una borda tradicional en una zona on hi havia sembrats de sègol i la coberta la feien amb la palla d'aquest cereal. Ara s'ha recuperat una part del sembrat de sègol que te una tija molt llarga i es reconstruirà la coberta amb feixos de la tija de sègol, dins d'una obra de rehabilitació i recuperació del patrimoni rural del Parc Natural del Alt Pirineu.



F.76 Imatge del inici de la col·locació de la palla per la part inferior de la coberta, amb les garbes unides amb cordills a la subestructura de fusta i recolzada sobre la llosa de pedra que corona el mur.



F.77 Procés de col·locació de la palla a la coberta de Ginestarre. Juliol del 2012.



F.78 Imatge general final de la coberta de palla a Ginestarre. Setembre del 2012.



F.79 Imatges finals de la coberta de palla amb el remat del carener lligat a la part inferior, ja que el gruix d'uns 40cm de la coberta crea una zona plana al carener.

1.1.2.A Alps

Característiques urbanes i constructives

1.1.2.A.1. Morfologia urbana

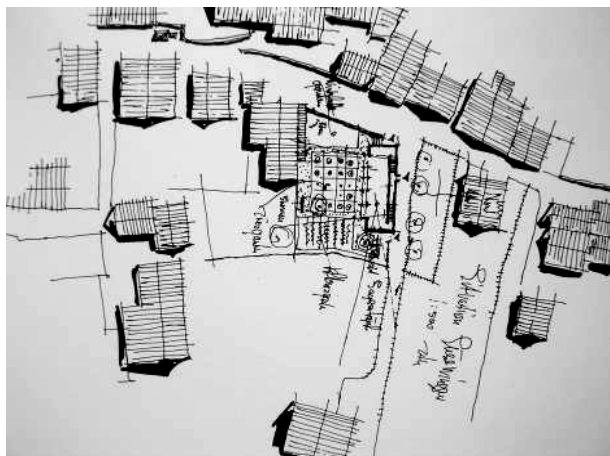
El sistema d'agrupament dels edificis que donen la forma del poble és molt variada als Alps. S'hi troben tant nuclis relativament compactes com grans dispersions d'edificis en el territori. Però a diferència dels Pirineus, no és gaire corrent trobar poblacions molt compactes.

Contràriament als Pirineus on els terrenys agrícoles són agrupats a prop dels rius per permetre el seu reg, els Alps que tenen una pluviometria més abundant que a la besant sud del Pirineu, permeten una gran dispersió dels terrenys agrícoles i dels edificis que es volen a prop del terrenys.

Raons culturals o socials són les que poden incitar aquest fenomen de dispersió.

La forta presència de boscos amb grans arbres permet la utilització més intensiva de la fusta com a material de construcció per una bona part dels edificis i dels seus components.

Això els fa, però, més vulnerables als efectes del foc. Cal, doncs, agrupar-se però sense que els edificis estiguin enganxats entre ells, sobretot els pallers, plens de materials combustibles i que garanteixen la supervivència durant l'hivern.



F.80 Imatge esquemàtica d'Algunes agrupacions d'edificis d'habitatge i agrícoles a Haldenstein. (GR). Suïssa.

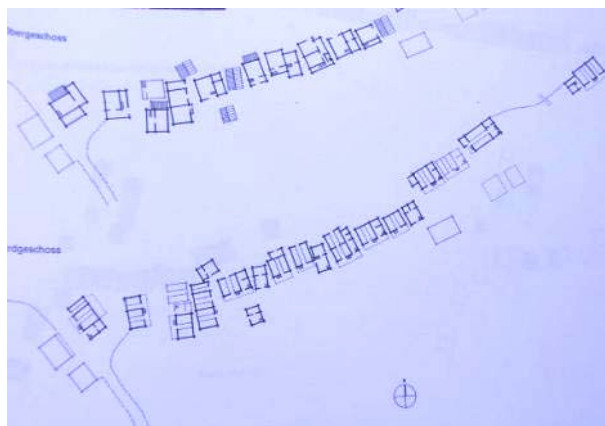
La separació entre edificis fa impossible la creació d'espais urbans com els carrerons coberts pels propis edificis típics dels Pirineus on la compacitat és indispensable. La no protecció dels carrers és atenuada per l'aparició de ràfecs enormes en els edificis que protegeixen les seves façanes, sovint de fusta, i també la part del carrer més propera per estar a cobert de la pluja o la neu.



F.81 a. Disposició molt dispersa d'edificis agrícoles a Grisons (CR). Suïssa.



F.82 Exemple d'ordenació urbana als Grisons (Suïssa) d'una forma agrupada relativament compacta però sense tocar-se els edificis.



F.83 Un exemple d'agrupació lineal, també al canton dels Grisons amb edificis íntegrament d'estructura de fusta i separats mínimament tos entre ells.



F.84 Espai entre els edificis com a separació, protecció per als incendis i com a contenidor de la neu que cau de les cobertes. Vrin (GR). Suïssa.



F.85 Façana d'un poble al llarg de la carretera que es forma per la suma de plans no alineats i porositat entre els edificis que deixen passar el sol. (GR). Suïssa.

En llocs com als Grisons, dins del teixit urbà es barregen les cases i els palls. Totes les edificacions amb estructura de fusta, separades entre elles per petits carrerons, formen agrupacions mixtes relacionant conjunts familiars complets formats per l'habitatge, corrals i palls.



F.86 Imatge a la vall de Vrin de la relació habitatge i paller.



F.87 Imatge del poble de Praz de Fort al any 1901, al canton del Valais, on es veu la relació entre els edificis d'habitatges amb la façana blanca arrebossada de morter de calç i els edificis agrícoles barrejats dins del conjunt construïts amb fusta, amb troncs horitzontals separats entre ells per guardar l'herba seca i garantir-ne la seva ventilació.

Fotografia extreta a:

"le raccard du blé, une contribution à la connaissance du patrimoine architectural de la commune d'Orsières".
Frederic Künzi bibliothèques du musée, praz de Fort.

En altres zones de Suïssa, com a les zones més planes on l'agricultura i les explotacions ramaders estan més disperses, l'habitat també es més dispers i en lloc de formar pobles relativament compactes la unitat familiar dispersa, sovint en un sol edifici alberga tots els usos combinats com es mostra en els esquemes i exemples del punt següent.

1.1.2.A.2 L'Edifici

El clima i la geologia de cada indret caracteritzen a la vegada el paisatge i la tipologia constructiva, així doncs també els materials de construcció. En general els sòcols dels edificis seran sempre minerals i l'estructura de la coberta de fusta. La resta pot evolucionar entre ser totalment de pedra o totalment de fusta en els llocs on els boscos creixen amb energia i ofereixen als seus veïns elements constructius molt eficients i pràctics.

Per contra, en zones on la fusta és menys abundant i les canteres de pedra són de fàcil accés, serà la pedra qui donarà l'aspecte general. És la cultura o la mateixa religió la que donarà certes consignes en els indrets, com en algunes valls de Grisons on només hi havia les esglésies o els edificis de certa importància social arrebossats i emblanquinats. La resta de cases i corrals eren de pedra aparent.

L'ús dels edificis, com en el cas dels Pirineus, està dividit en dos grans grups: els **habitatges** i els edificis **agrícoles**, que es barregen en els pobles i formen la base de la manera de viure d'una altra època.

Als Alps, a les zones de construcció amb fusta, existeixen dos tipus d'edificis agrícoles:

Els típics pallers i corrals; formats per pallers a la part alta i els corrals dels animals a la part baixa.

I l'altre tipus són els graners anomenats *Raccards*, petits edificis, com cofres del tresor ja que guarden el gra recollit de la sega anual i també serà la llavor per sembrar per la temporada següent. Per evitar que els rosegadors poguessin malmetre la reserva de gra o la pròpia humitat, aquets edificis estaven completament separats del terra amb uns pilars de fusta i unes lloses de pedra com plats que impedeixen que pugin els rosegadors i també la humitat.

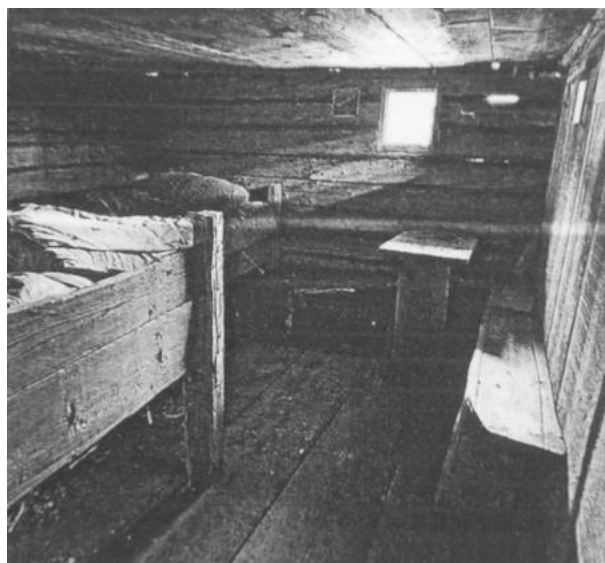
Són construccions que curiosament s'assemblen molt als "hórreos" gallecs. Ja que tenen una finalitat similar i una problemàtica semblant.

Avui, els pallers concebuts com a grans contenidors esdevenen magatzems o alguns es reconverteixen en habitatges.

Tot i això, alguns segueixen funcionant ja que l'activitat agrícola als Alps en alguns llocs segueix sent artesanal i poc extensiva com hem vist al punt 1.1.1. A, i a la figura F.20.



F.88 Imatge històrica d'un poble Suís (GR) amb les seves cases aïllades no alineades i disposades una mica a l'atzar i construïdes amb murs de pedra en aquest cas.



F.89 Interior d'una habitació totalment de fusta, amb un sostre molt baix.

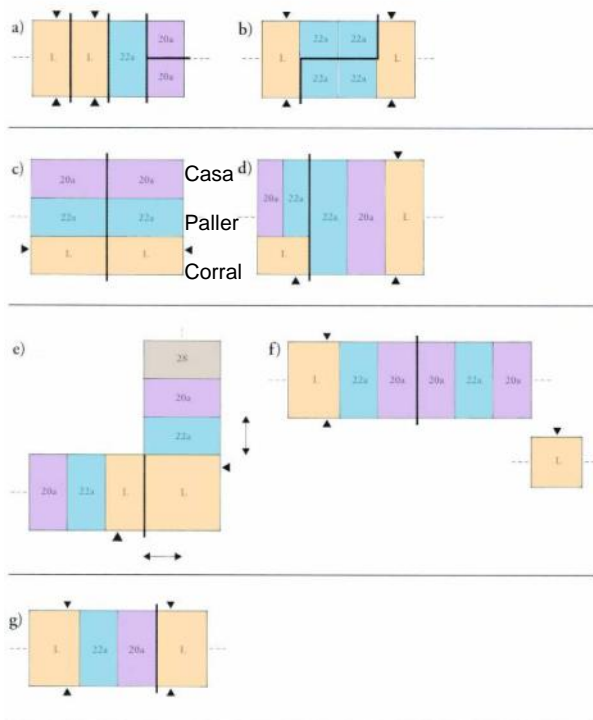


F.90 Paller totalment de fusta a la part alta de la vall del Rhône (VS). Contenedor aïllat en el poble entre edificis d'habitatges. Amb la coberta reconstruïda recentment.



F.91 Interior d'un estable on s'aprecia la barreja de construcció amb pedra en els murs de base i de fusta a la resta, bigues i encadellat que formen el forjat amb un sistema al terra per recollir els fems. Espais que esdevenen cada cop més obsolets a causa del seu canvi d'ús.

Els esquemes d'organització funcional dels edificis rurals a la plana de Suïssa, al canton de Vaud son agrupacions dins un sol edifici o dins d'un sol volum principal de l'habitatge familiar i dels paller graners i corral. En la majoria dels casos els usos estan separats verticalment, un esta situat al costat de l'altre i el paller o graner cobreix l'habitatge per sobre per aprofitar l'espai de sotacoberta com a lloc per assecat o guardar herba cereals o hortalisses.



F.92 Diferents versions d'agrupació casa-paller-corral.

- Forn / Cuina
- Sala d'estar
- Habitació
- Vestíbul / Circulació
- Soterrani / Celler
- Bany
- Paller
- Graner
- Estable / Corral

F.93 Llegenda. Aquests esquemes són alguns dels exemples reals d'organització tipològica i funcional entre els habitatges i les parts agrícoles.

Exemple a Moudon, Le Plan Dessus, al canton de Vaud, Suïssa. (núm. rec. 207/433). (Núm. Identificatiu dels edificis rurals a Suïssa).

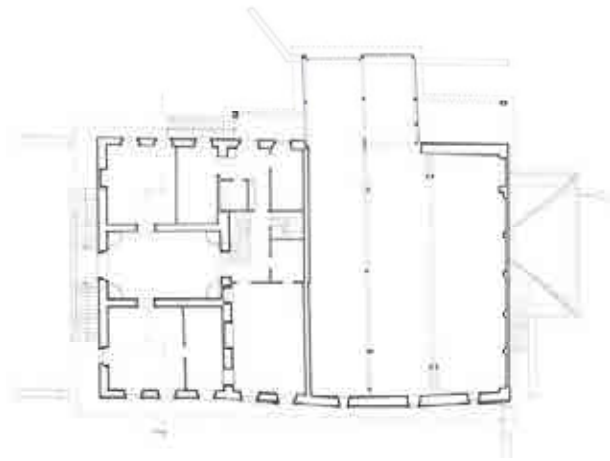


F.94

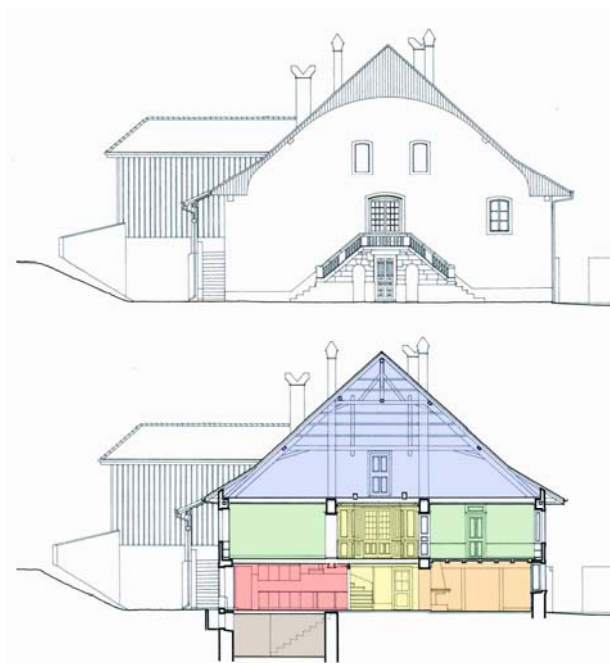


F.95 Emplaçament planta coberta del conjunt (núm. rec. 207/433)

Edifici a dos aigües que engloba al seu interior un habitatge de certa categoria i una zona de corral i paller. L'edifici del habitatge es primer que la ampliació del corral que es va fer posteriorment però abans del S:XVIII. El mur tallafocs central explica aquesta diferència de fases de construcció.



F.96 Planta primera (núm. rec. 207/433)



F.97 Façana sud-oest i secció transversal segons els usos de l'habitatge (núm. rec. 207/433)

A la secció es desxifra que la planta baixa es la zona de dia i la planta primera son les habitacions nobles. El sotacoberta funciona com a graner sota la imponent estructura de fusta de la coberta a dues aigües.

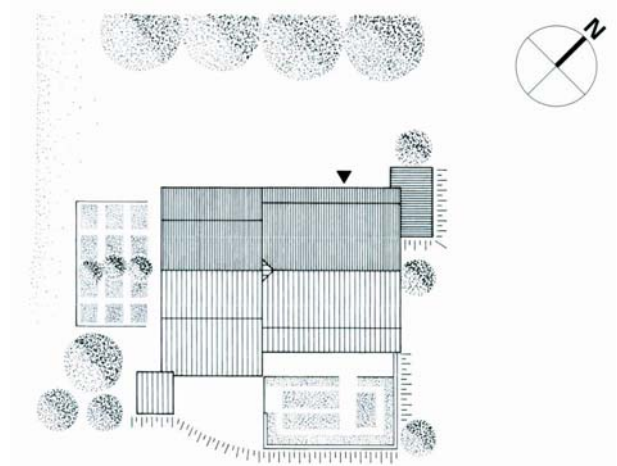
El graner sobre l'habitatge permet guanyar volum de magatzem i alhora protegir del fred.

Exemple a Montpreveyres al canton de Vaud, Suïssa. (núm. rec. 291/44). L'habitatge de sota.

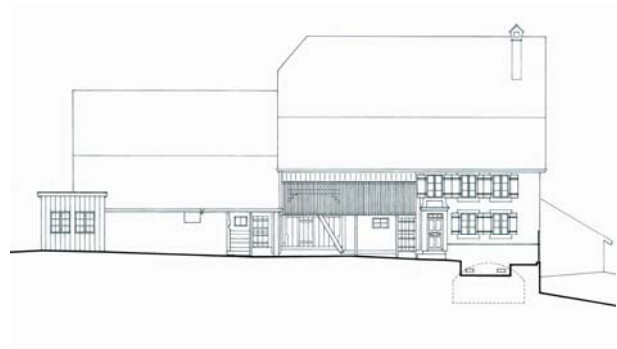


F.98 façana principal

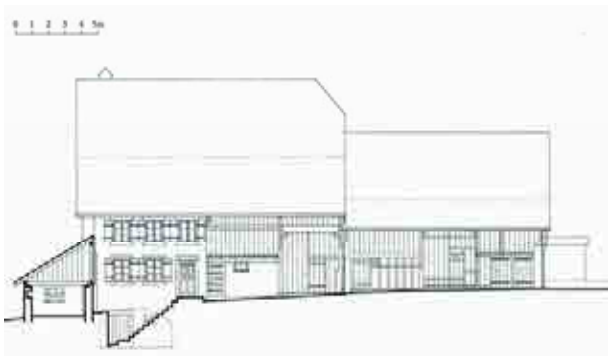
L'edifici principal està orientat no tant mirant el sol sinó col·locant els testers contra els vents dominants de manera a protegir la teulada del vent i la pluja. El carener està encarat seguint la pendent del terreny. L'efecte microclimàtic de la implantació del edifici està aprofitat per col·locar als llocs més arraserats del vent i del fred la zona pel hort, per millorar la producció per l'efecte de la edificació. L'origen d'aquesta edificació es remunta al 1727.



F.99 Planta coberta (núm. rec. 291/44)

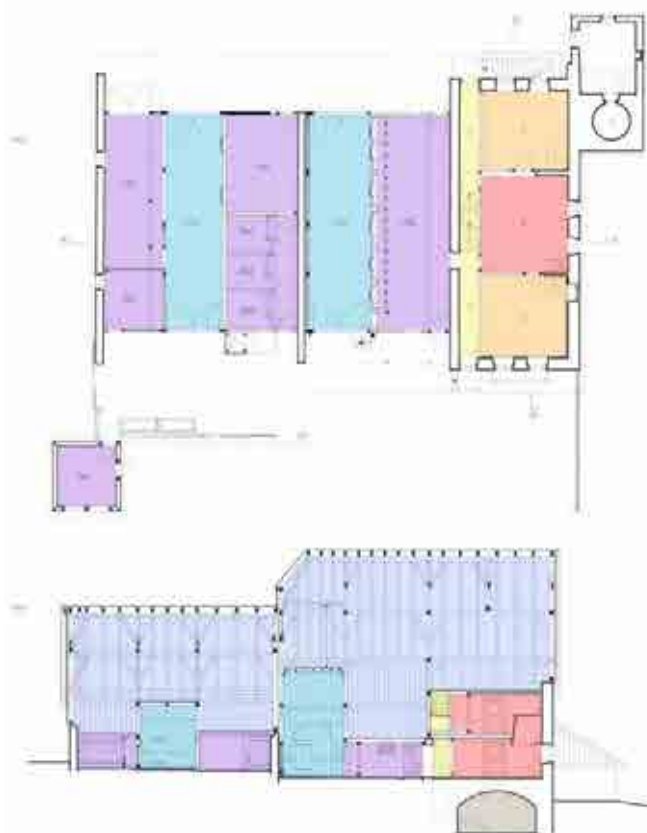


F.100 Façana sud-est (núm. rec. 291/44)



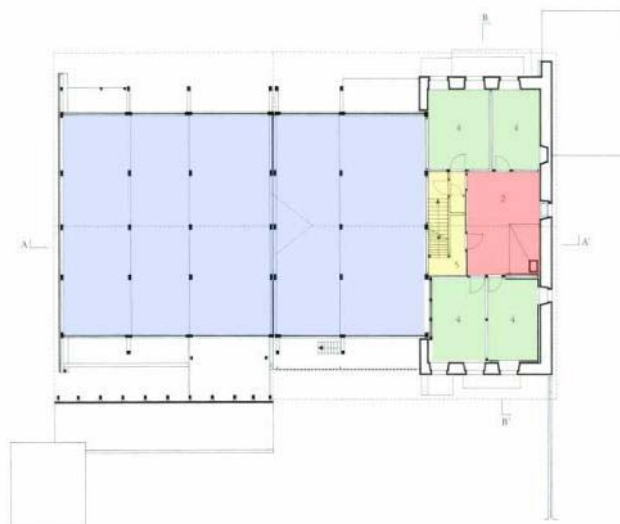
F.101 Façana nord-est (núm. rec. 291/44)

L'estructura principal i els materials de façana són la fusta a excepció de la part baixa del habitatge i els testers exposats al vent que són amb mur de mamposteria arrebossats amb morter de calç emblanquinat.



F.102 Planta baixa general amb la part dreta d'habitatge i l'esquerra de corrals. La part de corrals té dos mòduls que es deuen ampliar posteriorment al nucli principal del habitatge i el primer mòdul de corrals.

Secció longitudinal amb la impressionant estructura de fusta de la "charpante" que crea el gran volum sota coberta per emmagatzemar herba seca a granel durant tot l'hivern. (núm. rec. 291/44)



F.103 Planta pis, amb les habitacions a la part dreta i paller enorme a l'esquerra.



F.104 Secció transversal (núm. rec. 291/44)
A la part central de color vermell, la cuina com a font de calor per tot l'habitatge.



F.105 Imatge des de la cara sud (núm. rec. 291/44) amb una petita ampliació més recent (davant de la casa s'aprecia l'hort protegit per l'edifici).

Exemple a Maracon (núm. rec. 289/6 i 8)

Edifici existent des del 1808. Situat al voltant del carrer principal.. La topografia es d'una lleugera pendent cap a sud. La comunera de la coberta es perpendicular a les corbes de nivell. Els testers son a sud-oest i nord-est, que son la direcció dels vents dominants i d'aquesta manera la gran coberta es paral·lela als vents dominants i es protegeix del seu efecte.

La coberta original al 1837 encara estava recoberta de tavillons de fusta de l'arix que es va substituir per teules ceràmiques.



F.106 Façana principal sud-est (núm. rec. 289/6 i 8) és la façana que dona al carrer i està recoberta amb morter de calç blanc i els marcs de les obertures estan acabats amb pedra arenisca local "molasse"



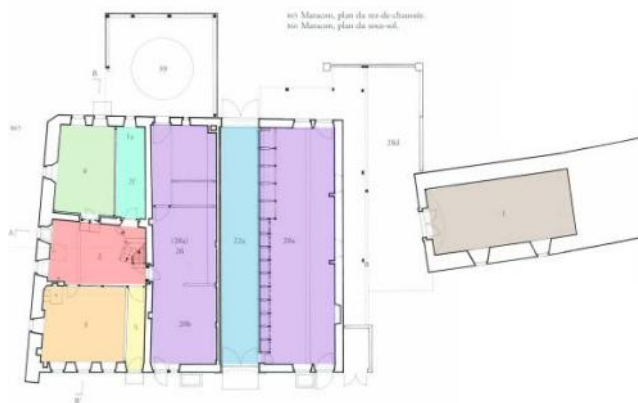
F.107 Façana sud-oest (núm. rec. 289/6 i 8) la façana tester es la quina rep mes la pluja i la part alta esta recoberta amb teules ceràmiques. A la part baixa del tester, les teules sobresurten formant un goteró.

- Forn / Cuina
- Sala d'estar
- Habitació
- Vestíbul / Circulació
- Soterrani / Cellar
- Bany
- Paller
- Graner
- Estable / Corral

F.108 Llegend. Esquemes d'organització funcional segons els usos.

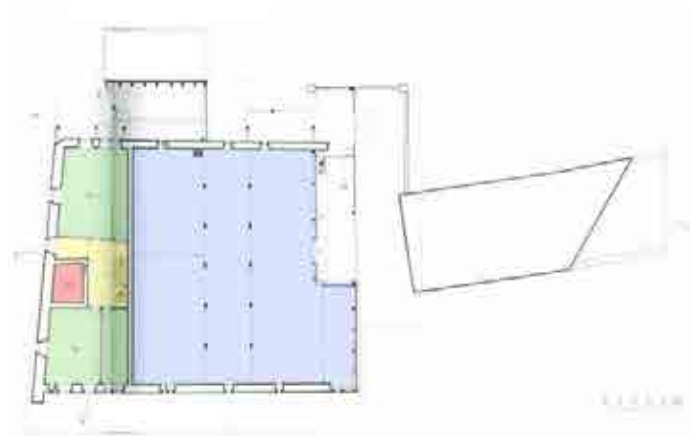


F.109 Planta soterrani (núm. rec. 289/6 i 8) s'utilitza de rebost i es va construir a posteriori ja que es mes petita que els murs superiors. El sostre es de volta.

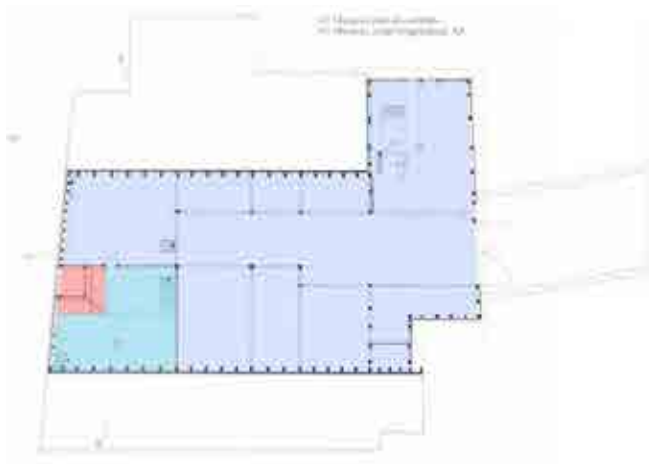


F.110 Planta baixa (núm. rec. 289/6 i 8)

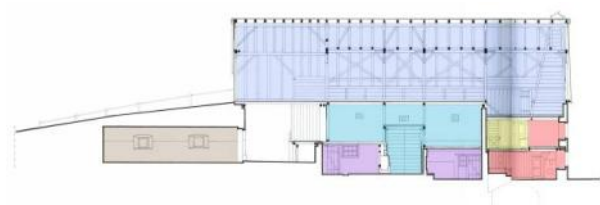
A la planta baixa i primera a la part sud oest, part esquerra del plànol, es situa l'habitatge i la resta son estables i paller per sobre que també cobreixen l'habitatge.



F.111 Planta pis (núm. rec. 289/6 i 8) els murs de façana estan rebossats amb morter de calç i les divisòries de les habitacions son amb fusta natural. La xemeneia de la cuina passa per l'espai de circulació i escalfa el distribuïdor. L'escala puja des de la cuina que es el lloc mes calent.



F.112 Planta sota coberta (núm. rec. 289/6 i 8)
Una zona de sobre del habitatge mes recentment es va acondicionar com taller de fusteria.



F.113 Secció longitudinal (núm. rec. 289/6 i 8)



F.114 Secció transversal per l'habitatge i amb la part superior ocupada pel pallar aprofitant el volum de la "charpante" o estructura del teulat. Els dormitoris a la planta primera i la zona de dia a la planta baixa. (núm. rec. 289/6 i 8)

Exemple a Pailly. (núm.rec.97/80)

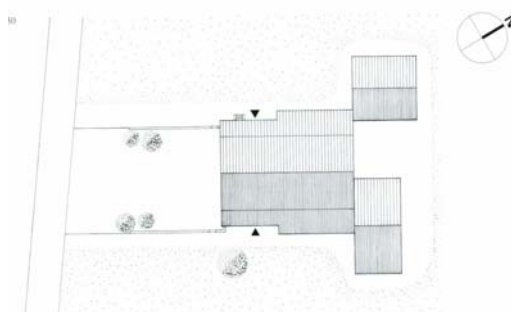
Edifici que data del 1794. Com l'anterior, la coberta a dues aigües te la comunera perpendicular a les corbes de nivell i seguin l'eix est-oest, paral·lela als vents dominants i actua així com un casc de vaixell invertida per reduir la fricció amb el vent, i que les façanes que reben l'aiuga siguin les mes petites els "pignon"

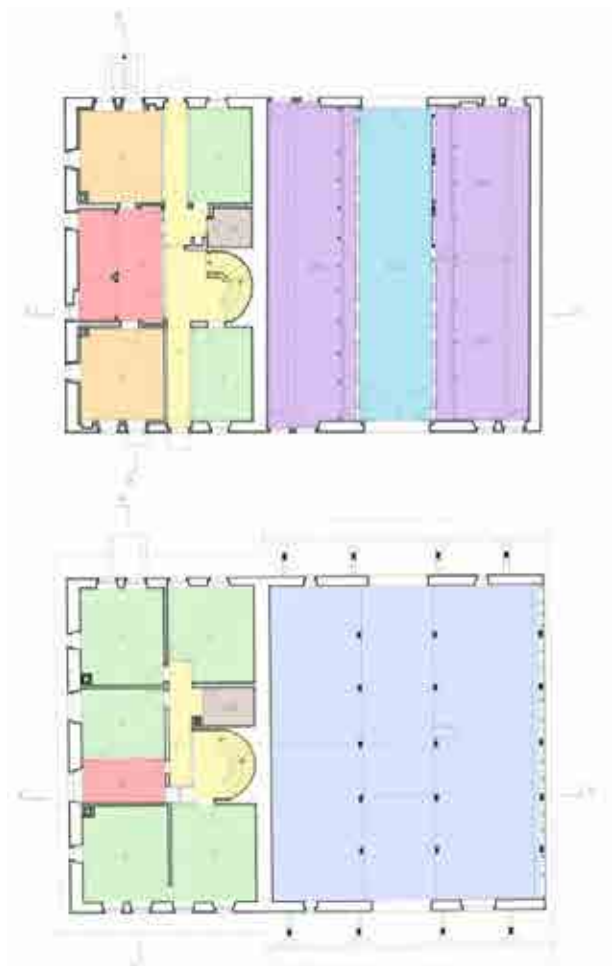


F.115 A dalt, façanes sud-oest i nord-oest. A sota, façana nord-oest. (núm. rec. 97/80)
Davant a la zona protegida per l'edifici a la cara sud hi havia l'hort.

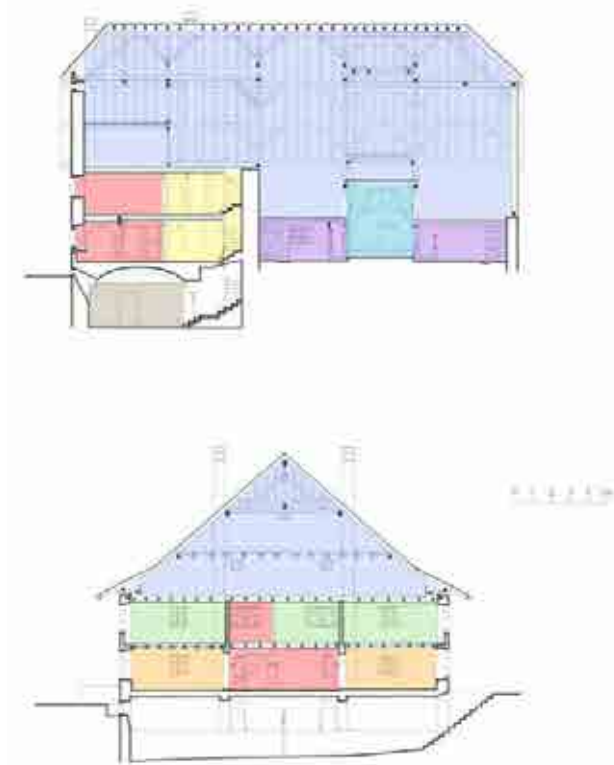
Les façanes de la part de l'habitatge estan construïdes amb cura i detall, amb obertures lleugerament arcades amb els laterals de de pedra arenisca loca i deixant envdent un cert poder econòmic de la casa al moment de la construcció.

Els materials de façana també son els morters





F.116 Planta baixa i primera i coberta (núm. rec. 97/80)
A la planta baixa a la zona del habitatge un passadís central distribueix i dona accés a totes les estàncies.



F.117 Seccions longitudinal i transversal (núm. rec. 97/80) es veu el gran celler sota la part del habitatge. I l'habitatge amb la cuina com element central.

Exemple a Vucherens (núm. rec. 221/8)

Edifici existent des dels 1823. La seva situació topogràfica té una lleugera pendent cap a nord-est, i es situa allí per proximitat del camí d'accés. La coberta a dos aigües té la directriu de la coberta iguala que la resta, seguint els vents dominants per tal que no ofereixi gran fricció al vent la gran superfície de la coberta.

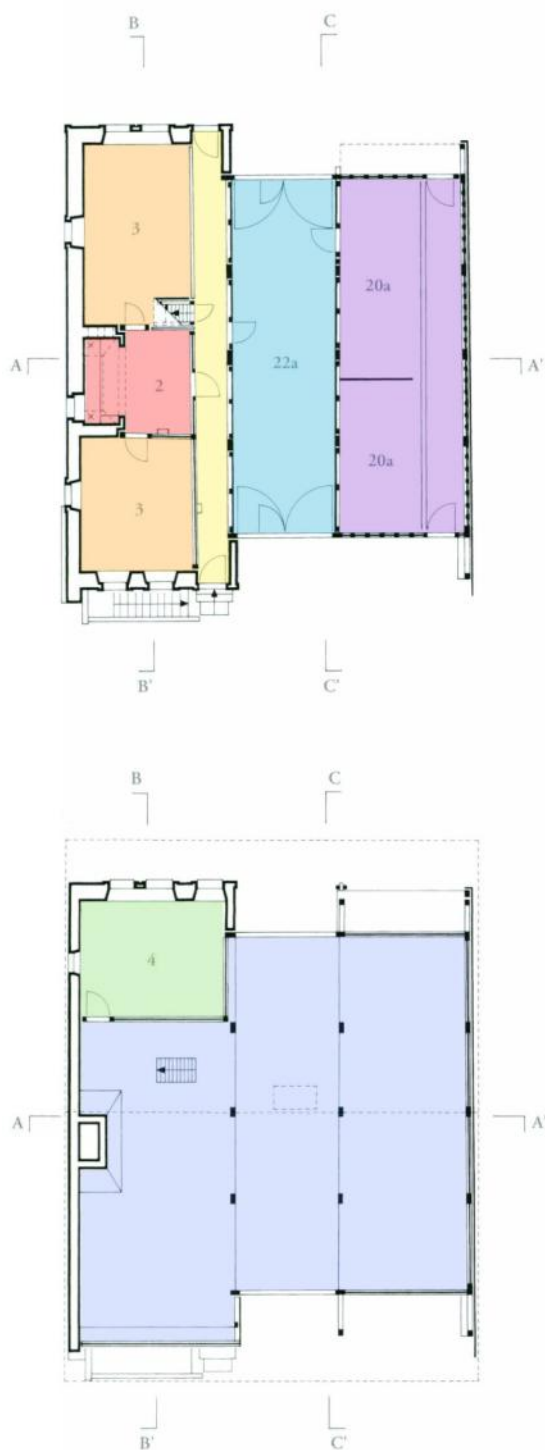


F.118 Façana sud-est i sud-oest (núm. rec. 221/8)
La part del edifici d'habitatge és la única part construïda amb maçoneria. Rebossat amb morter de calç. La resta és tot construït amb fusta i més reculat que l'habitatge creant així dos porxos protegits de la pluja, per crear un espai protegit i per protegir el recobriment de fusta.

Davant de la façana sud es situa l'hort de tal manera que la casa protegeix aquell territori, crea a un microlima benigne per accelerar el creixement de les hortalisses.



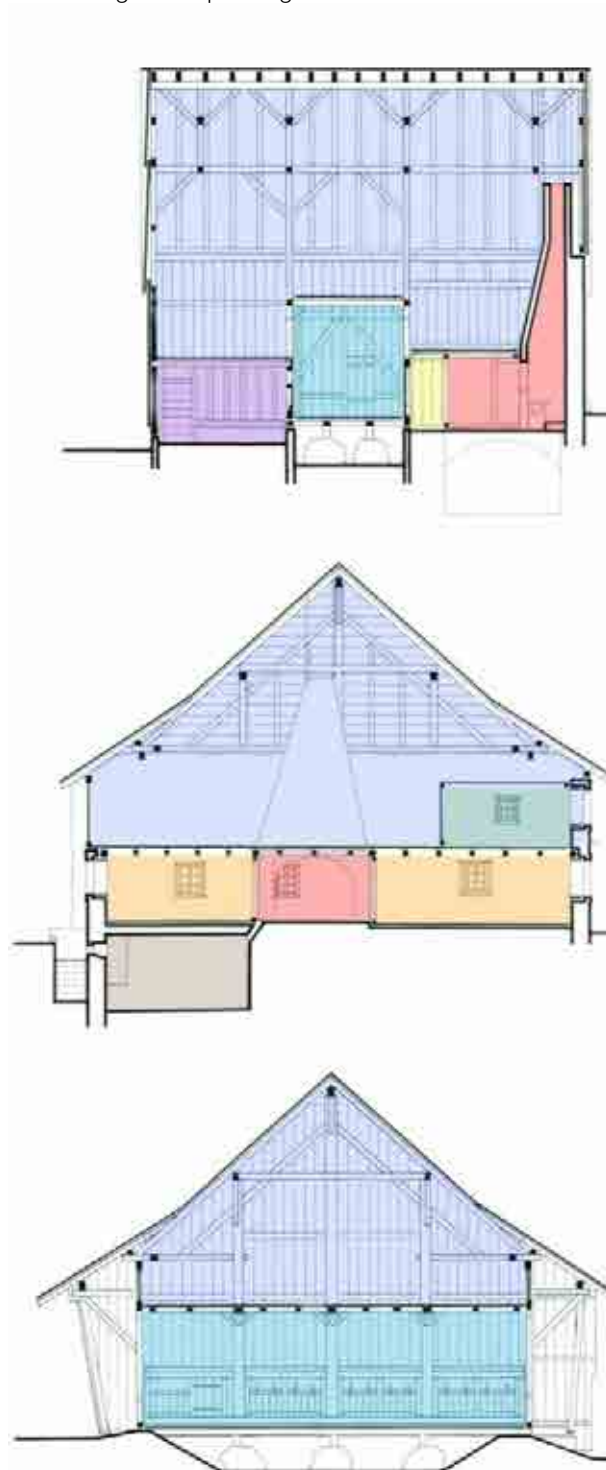
F.119 Façana nord-est i nord-oest (núm. rec. 221/8)
També té el porxo al enretirar la façana de fusta.



F.120 Planta baixa i pis (núm. rec. 221/8) s'aprecia el retrocés de la planta del corral i la creació del porxo a diferència del habitatge.

- Forn / Cuina
- Sala d'estar
- Habitació
- Vestíbul / Circulació
- Soterrani / Celler
- Bany
- Paller
- Graner
- Estable / Corral

F.121 Llegenda. Aquets esquemes són alguns dels exemples reals d'organització tipològica i funcional entre els habitatges i les parts agrícoles.



F.122 Seccions longitudinal i transversals (núm. rec. 221/8) aquest s'aprecia un forjat sanitari a la zona del estable, poc usual en general. Ajuda a garantir la durabilitat de la fusta.

Les imatges d'aquest punt han estat estretes del llibre: "Les maisons rurales du canton de Vaud" tom 2. De Raymond Denyse.

1.1.2.A.3. Sistemes constructius, els materials. Escala de detall.

Els materials emprats en la construcció tradicional als Alps i per extensió gairebé podríem dir que a tot arreu, les arquitectures vernaculars tradicionals de pocs recursos econòmics sempre s'han dut a terme amb els materials del entorn pròxim amb mes o menys transformació o elaboració de la matèria prima.

Degut al volum i pes dels elements constructius i la humilitat i senzillesa del món rural, fa que els materials utilitzats per construir els edificis siguin els més pròxims amb un cert valor i qualitats i una saviesa artesanal que sap que sap treure'n partit.

En les regions més seques o amb pedreres en la proximitat, la pedra dominarà com a material de construcció i els artesans ja faran de manera a poder-lo aprofitar. En regions més humides i amb una massa forestal més potent, com es el cas en molts llocs a Suïssa, la fusta serà el material dominant a les construccions i fins alguns casos la coberta també està acabada amb ascles de fusta.

Els **elements estructurals horitzontals**, o sigui els forjats o les cobertes es desenvolupen en la majoria dels casos amb elements estructurals de fusta ja que es un material que li permet treballar a tracció i a compressió i per tant a flexió.

A la zona Suïssa italiana del Ticino hi ha alguns elements singulars de pedra que tenen certa demanda a flexió que no es resolen amb fusta sinó amb pedra, com son els dintells de les obertures i les lloses d'escala i replà de les escales.



F.123 Imatge excepcional d'escaleres i replà amb lloses de pedra encastades al mur.

Les voltes de pedra existeixen en soterranis o semi soterranis com a elements estructurals horitzontals de pedra bàsicament en cellers.

La pedra a la part del Ticino i sud dels Alps en un clima més sec amb menys boscos i una pedra granítica de molta qualitat amb la qual es poden fer peces esveltes de gran superfície, lloses espectaculars d'una sola peça que poden fer un replà d'escala o els graons treballant amb voladís.

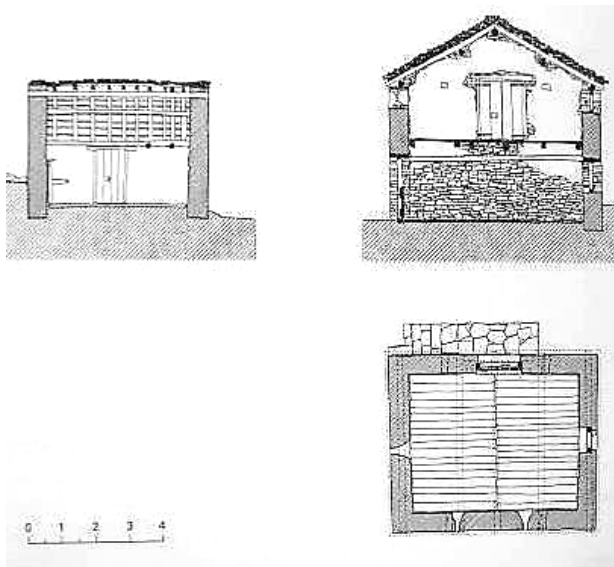
També grans peces tipus lloses serveixen per fer balcons de una sola pesa o lloses de 1x3 metres com a peces de forjat sobre les bigues de fusta.

Aquets elements tipus balcó tenen una gran avantatge de cara a la durabilitat del material ja que resisteix molt bé a la intempèrie i garanteix una llarga durabilitat.

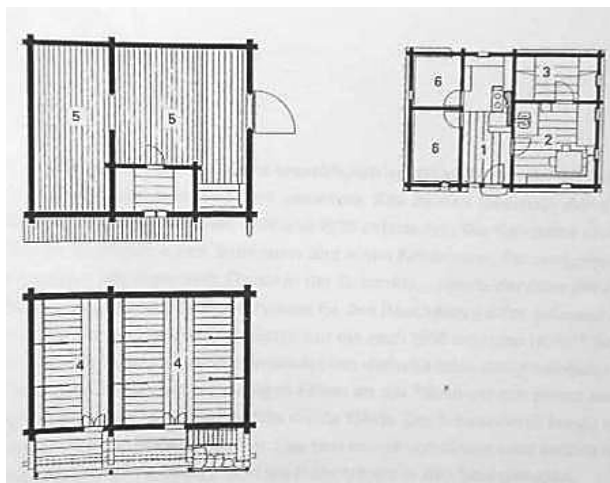


F.124 Imatge de coberta de llosa idintell i brancals d'una sola peça.

Els murs. L'altre gran grup dels elements estructurals, els elements estructurals verticals, també la seva materialitat dependrà dels materials dominants a la zona, i tan ho trobarem en algun lloc amb elements petris com es en el cas de tot el Pirineu o la fusta en la resta.



F.125 Imatge d'una construcció petita agrícola amb murs de pedra, molt gruixuts per garantir la estabilitat pel propi pes propi i petites finestres amb forma d'espitllera per ventilar.



F.126 Grisons (Suisse) construcció amb fusta, d'un petit edifici. La planta expressa la linealitat del element constructiu, el tronc i les cantonades sobresurt la fusta per tal de permetre la unió geomètrica i estàtica entre les peces de fusta horitzontal.

A les zones amb més abundància de fusta veurem que els murs es fan o amb troncs o taulons de fusta massissa aserrada. Originàriament el sistema constructiu era per apilament, els murs es formaven sobreposant troncs o taulons rectangulars que s'unien amb encaixos geomètrics als extrems per assegurar el lligat i cohesió entre tots els elements. Aquest sistema constructiu té un assentament molt important al llarg del temps i pot arribar a 2.5cm per pis. Ha estat un sistema molt utilitzat en regions amb abundància de fusta. Actualment encara s'utilitza el sistema amb millores tecnològiques i les noves normatives de estalvi energètic demana afegir més capes al conjunt amb l'aïllament tèrmic. La obra del arquitecte de Vrin, Gion Antoni Caminada és un clar exemple de la reinterpretació

contemporània del sistema tradicional de construcció amb fusta massissa per apilament.



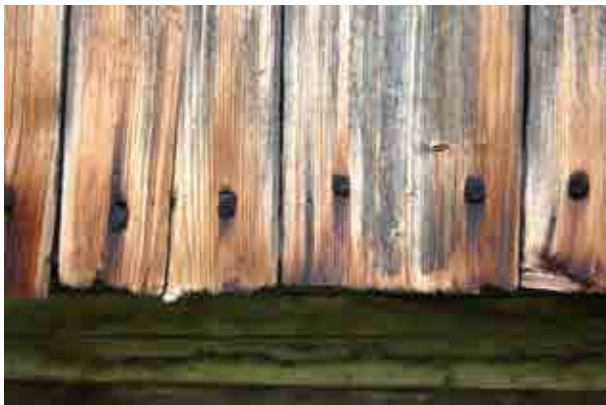
F.127 Sistema constructiu apilat de fusta, assemblatge geomètric de bigues de fusta massissa que donen forma a les parets de fusta no tractada. S'aprecia una pestanya interior que millora la subjecció i la estanquitat a l'aire.



F.128 Imatge detall de la base del *raccard* graners elevats recolzats sobre grans lloses per evitar que els rosegadors arribin al gra i estigui lliure d'humitats. Molt usuals a tot el canton del Valais a Suïssa.



F.129 Casa Schwyz, façana Sud, com F.132.



F.130 Entaulat de fusta clavat amb clavilles de fusta.

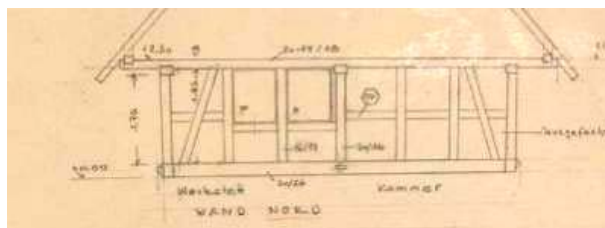


F.131 Imatges de la galeria de la casa Schwyz, de la suïssa central actualment el museu de Ballenberg i un dels edificis més antics de fusta, data del any 1336. Es veu la estructura de pilars i jàsseres de la galeria que servia d'accés i com a assecador.
David Meili "guide du musée suisse de l'habitat rural Ballenberg" edició 1986.

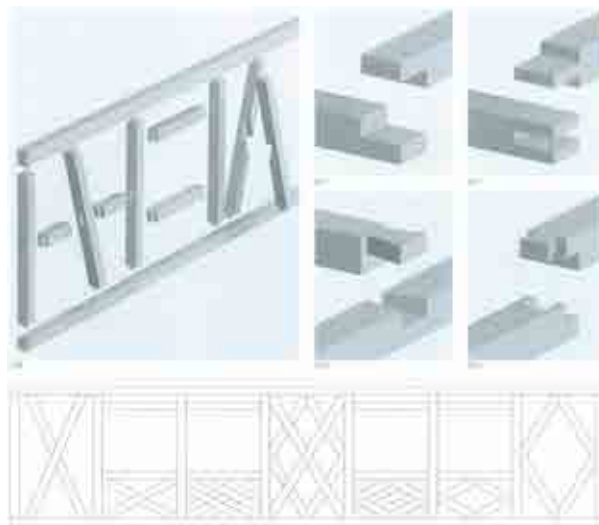
Una possibilitat mixta d'estructura de fusta com un entramat portant amb diagonals incorporades per assegurar el seu arriostrament i els intradós dels elements estructurals de fusta s'omplen amb materials o petris o ceràmics, com una mamposteria o mur d'obra convencional el tancament entre els elements de fusta. Aquest sistema molt utilitzat a centre Europa o en llocs amb fusta abundant, al S: XIX a les ciutats es tapava l'entramat de fusta per tal de tenir un aspecte menys rústic i més de ciutat. També es creia que aquest recobriments de la estructura de fusta la protegia millor en cas d'incendi. Avui en dia ja no s'utilitza aquest sistema ja que els nous sistemes constructius amb fusta utilitzant materials derivats de la fusta i panells estructurals fa que no sigui necessari introduir dins de l'entramat diagonals d'arriostrament.



F.132 Imatges del procés constructiu d'un entramat arriostrat tradicional amb encaixos manuals com a trava entre elements. Imatge del museu de Ballenberg.



F.133



F.134 Imatge de les possibilitats d'unions per geometria i encaixos, així com composicions de les diagonals d'arriostrament.

Josef Kolb "Bois systèmes constructifs" presses polytechniques et universitaires romandes.2010.



F.135 Imatges del sistema de unió a la sabatera inferior en un entramat arriostrat amb un passador de fusta per evitar que es separin els elements estructurals de fusta, en un cas existent i en un model en construcció.

Sistemes tradicionals d'unions únicament amb fusta. Avui normalment s'utilitzen elements d'unió metàl·liques cargolades, que aguanten a tracció.

Les Cobertes. Tal com passa amb els murs, que seran dels materials més corrents o abundants del lloc, les cobertes reflectiran el mateix fet.

La estructura però en tots els casos, com al Pirineu, la fusta serà l'element principal estructural a flexió. A la zona del Ticino o del nord d'Itàlia, amb una molt bona qualitat de la pedra i tenint a disposició lloses de gran format i relativament primes, el material per garantir la estanqueïtat a l'aigua de la pluja es la llosa de pedra.

Aquestes tenen un gruix considerable i per evitar que entri l'aigua amb el vent cal encavallar 2/3 parts una filada de lloses amb la següent. Això fa que el gruix de llosa sigui de 3 gruixos de pedra i en total fan unes cobertes molt pesades. Aquest pes l'haurà de suportar la estructura de fusta de la coberta. En aquesta zona del nord d'Itàlia utilitzen un sistema triangular amb un tirant molt important a la part de sota que els hi permet no utilitzar biga comunera a la part alta de la coberta.

Unes encavallades triangulars separades entre 1 i 2 metres units amb uns llistons com llates suficientment fortes que faran de suport de les lloses de pedra.



F.136 Imatge d'una coberta de pedra per sota a Canova Oira - Domodossola (Itàlia). Coberta molt pesada la qual confia la seva estanquitat a les pedres sobre una estructura de fusta, triangular sense biga carenada.



F.137 Imatge d'un petit edifici agrícola de coberta de llosa i pòrtic triangular.



F.138 Les construccions del lloc prenen un caràcter monolític. Totes estan construïdes amb la mateixa pedra, dels murs fins a les cobertes, de les llindes fins als paviments... tot amb aquesta pedra que era el material de qualitat que tenien al seu abast

La fusta, com material abundant i fàcil de treballar, funcionant perfectament tant a tracció, com a compressió, com a flexió és un material polivalent que la saviesa tradicional sap treballar i aprofitar per gairebé tots els usos.

Tant en entramats de murs, forjats, cobertes, revestiments de façana, acabats interiors, mobiliari, utensilis i fins hi tot com acabat de coberta o fins hi tot com abeurador dels animals.

En les cobertes la fusta és el material més utilitzat en totes les civilitzacions per la seva resistència, geometria dels troncs i lleugeresa.

Tan es el domini d'alguns artesans del material, de la fusta que son capaços fins hi tot de que la última capa que rep i expulsa l'aigua també és fusta, són unes ascles de làrix, seleccionat que es van superposant com escates d'un peix. S'anomenen "tavillons", i la tradició artesanal als Alps no s'ha perdut completament i existeix un gremi i uns artesans organitzats que continuen el saber fer dels seus avantpassats.

El procés és complert, des del moment d'anar a seleccionar els arbres que es tallaran, quan es tallen, amb lluna nova de tardor, per aprofitar quan l'arbre té el mínim de sabia al tronc i així sigui més fàcil el procés de l'assecatge.

Després un cop sec, durant el següent hivern es van fent les ascles dels troncs. Aquestes ascles permetran poder treure l'aigua de la coberta sense que la fusta prengui la humitat. Al asclar la fusta, com que està composta de fibres longitudinals capil·lars com petits tubs, al asclar-la els tubs no es tallen sino que es separen i així es garanteix que l'aigua no entri dins de les fibres de la fusta i, si es manté més seca, serà més durable.

La col·locació a la coberta es fa detingudament i als mesos d'estiu ja que al hivern la neu impossibilita la seva col·locació.

Es col·loca clavat amb dos puntes per "tavilló", no gaire al extrem per no trencar-la i per deixar-li un cert moviment sinó es podria trencar per les pròpies dilatacions i moviments per canvis de higrometria del material.



F.139 Procés de col·locació dels "tavillons".



F.140 Imatges dels "tavillons" i la seva col·locació sobre de les antigues llates que es reaprofiten tal com estan.

Es solapen unes amb les altres i només es veu $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{3}$ del tavilló. Aquestes 3 capes garantirán que l'aigua amb el vent no entri dins de la coberta.

Aquestes cobertes presenten avantatges pel seu material. Son molt elàstiques i absorbeixen les deformacions i dilatacions dels edificis de fusta. És una cobertura molt transpirable de manera que garanteix que no es creïn condensacions al seu interior. A nivell tèrmic al ser fusta que no és molt bona conductora de la calor, tant al hivern com a l'estiu els "tavillons" representen una protecció tèrmica per a l'estructura.

La seva durabilitat oscil·la entre els 20 i 30 anys.



F.141 Imatge d'una coberta en procés de substitució dels "tavillons". El color de la fusta jove aviat passarà a tenir un color grisenc.



F.142 Coberta de "tavillons" i canal de fusta.

No només la cobertura es fa amb fusta sino que també arriben a construir els canalons amb mig tronc rebaixat i fa la funció de canal. Com que no s'hi pot embocar un baixant, la manera de treure l'aigua i que no perjudiqui l'edifici es fer volar un metre o mes cap a fora del edifici el canaló i així llença l'aigua lluny del edifici.

Taules de fusta, també s'havien utilitzat en alguns casos per cobertes que no son d'habitatges un sistema molt senzill que treu l'aigua però no garanteix que entri per alguna junta. També trobem algun antic exemple al Pirineu.



F.145 Coberta d'escorça d'avet.



F.146 Coberta de taules ranurades.



F.143 Imatge d'una coberta del molí a Praz de Fort el 1902.



F.144 Coberta de taules de fusta a Àustria.

La teula ceràmica es la més usual com a acabat de coberta, sovint utilitzada una teula plana amb una pota per tal de fixar-se als llistons de fusta de la coberta i evitar que rellisquin sobretot en cobertes de fort pendent.



F.147 Imatge d'una coberta de teula ceràmica tradicional reconstruïda. Una gran superfície que cobreix i treu l'aigua del gran volum que són els pallers.



F.148 Imatges de l'interior d'una coberta amb teula ceràmica plana fixada sobre llistons de fusta en una rehabilitació d'un paller convertit en habitatge a Suïssa al canton de Vaud.

La palla.

Tot hi que és un material que ha evolucionat poc i actualment no s'utilitza gaire sovint, històricament sí que es feia servir per fer algunes cobertes en zones on abundava el material, ja sigui amb palla de cereal o amb canyís molt fi.

Les cobertes amb aquest material han de tenir una pendent pròxima als 45° per tal de fer relliscar l'aigua i treure-la ràpidament sense que es vagi filtrant cap a l'interior. Un gruix aproximat de 20 cm permet garantir que l'aigua vagi seguint canals interns sense entrar a dins de l'edifici.

Normalment es feia col·locant feixos de palla lligats a la subestructura de fusta interior.

L'avantatge d'aquestes cobertes és que proporciona una gran estabilitat tèrmica ja que és una coberta ben aïllada i transpirable.

Un dels inconvenients és la seva sensibilitat al foc. Tot hi que per la seva compacitat crema poc a poc.



F.149 imatge exterior d'una coberta de palla.



F.150 Imatges de detall de la coberta de palla a Village Lacustre (Suïssa).

1.2.- L'Energia

1.2.1 Evolució històrica i socioeconòmica

Tal i com és comú en les societats pre-industrials, la població de muntanya obtenia l'energia derivada del sol a través dels productes generats o transformats per la biosfera, sempre dins el model orgànic.

La font més clara d'energia tèrmica és la biomassa, procedent de la pròpia gestió forestal local i particular.

Aquest model energètic tradicional es el mateix al Pirineu que als Alps amb petits trets formals diferenciats, però la essència la mateixa, el metabolisme natural de la zona de muntanya es el mateix.

Les feines de manteniment dels camps de conreu, dels seus accessos i entorn proporcionaven a la població la biomassa utilitzada com a font de calor tant per la cuina com per escalfar mínimament els hàbitats interiors dins els edificis.

La gent mínimament rica tenia en propietat zones boscoses relativament pròximes del lloc de residència i d'allí extreien la fusta per aconseguir l'energia d'autoconsum.

Sovint existien i, algunes encara es mantenen avui, unes zones de propietat comunal, de tot el poble que estaven destinades a subministrar recursos a la població més mancada.

Per evitar excessos, hi havia una reglamentació senzilla però molt coherent. Per exemple, en els boscos comunals, la població podia anar-hi a extreure fusta pel seu consum particular però es limitaven i restringien les eines per aquesta activitat. Només es podia utilitzar la destraleta, que és una petita destal que s'utilitza amb una sola ma i un aixadó, una eina similar a un pic però que te un costat pla i una altre de tall com una destal. Aquestes son eines de poc calibre amb la qual cosa, automàticament es limitava la secció dels arbres a tallar, i es feia una feina de gestió forestal correcta amb el simple fet de limitar la dimensió de les eines.



F.151 Carbonera

Procés de combustió inacabada que transforma la fusta en carbó vegetal, un element més lleuger i sec més fàcil de transportar.



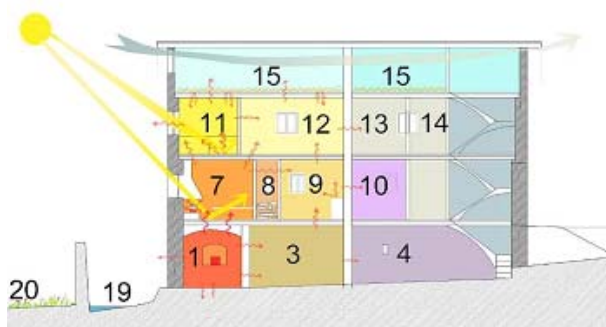
F.152 Maqueta d'una carbonera.



F.153 Estufa ceràmica a la regió dels Alps.



F.154 Imatge d'una cuina i foc a la regió dels Alps.



F.155 secció energètica d'un habitatge tradicional. Concentra els usos principals al voltant de la font de calor.

S'utilitzava energia per altres processos quotidians o semi-industrials, com la cuita de guixos o calç per obtenció de materials de construcció millorats respecte els que surten directes de la natura. O també en alguna forja per treballar el ferro, o altres artesans.

La font energètica per aquestes feines sempre era la biomassa extreta localment i renovable cada any.

El transport es feia majoritàriament a peu o a cavall. Aquest mitjà en restringia també la velocitat i per tant el radi d'acció dels seus habitants.

Aquesta limitació en el transport, desenvolupa la capacitat per aprofitar els recursos locals, de manera que el comerç es redueix a matèries lleugeres i cares.

Pel que fa a la construcció d'edificis, que requereix molt material pesat i de poc cost, evidentment s'utilitza el material de la zona, el més proper possible, i cada lloc s'especialitza en aprofitar i donar forma al que té al voltant, ja sigui pedra, terra, fusta o altres elements.

Aquesta característica fa que les construccions estiguin molt integrades al lloc ja que estan construïdes amb elements del mateix lloc, que s'han ordenat amb certa intel·ligència per donar un ús al servei del home.

El que avui es converteix en un esforç d'integració paisatgística i relació amb els materials tradicionals locals per donar una unitat al conjunt, a l'època pre industrial era involuntàriament un resultat directe del sistema econòmic i tecnològic.

La unitat cromàtica i tectònica estava garantida per la utilització dels materials del lloc. La dimensió del gra o forma urbana, estava controlada també indirectament per la utilització de sistemes constructius senzills amb limitacions tècniques que impedièn, en condicions normals, construir edificis a una escala o dimensió desmesurats.

Aquella societat es podria anomenar solar, ja que era la seva única font d'energia

Actualment anomenem energia gris a l'energia necessària per obtenir, transformar, transportar i posar en obra els materials de construcció en tot el seu cicle productiu i constructiu. En aquell moment, l'energia gris era mínima, i la poca energia que s'utilitzava era d'origen renovable, provenia del esforç humà o animal o de la combustió de la biomassa de balanç de CO₂ neutre. Des del punt de vista actual, totes aquelles construccions tenien un consum d'energia gris nul, fins a tal punt que és gairebé incorrecte o inapropiat utilitzar aquest terme en aquella època.

Avui ni la construcció més optimitzada es queda molt lluny d'aquells valors pre industrials.

Durant el pas del temps van anar apareixent noves tecnologies i alhora noves maneres d'aprofitar l'energia.

L'aparició dels primers enginys per aprofitar la força motriu hidràulica va donar encara més valor a l'aigua, i van aparèixer algunes construccions properes a cursos de rius per tal d'aprofitar aquesta energia que servia per moldre gra, serrar fusta o elevar aigua.

La revolució industrial també arriba en retard al Pirineu, societat que no desperta de l'estat medieval fins que les primeres centrals hidroelèctriques es situen en aquests paratges per obtenir energia elèctrica per abastir la societat industrial de les planes i el litoral a final del S:XIX i principis del S:XX.

Els inicis de la època industrial, aporten a les zones de muntanya un desenvolupament de l'energia hidràulica, aprofitant la força de la gravetat de la baixada de l'aigua.

Es desenvolupen fargues i molins vora dels rius per tal d'aprofitar la força del aigua. Apareixeran edificacions que acullen aquets enginys tecnològics mecànics que propulsaran serres, molins i altres indústries emergents.



F.156 Serradora hidràulica.



F.157 Fargues o molins hidràulics amb la força de l'aigua molien gra i serraven fusta. Imatge de la roda moguda per l'aigua.

Les serradores permetran evolucionar tecnològicament la fusta com element de construcció i poder obtenir amb més facilitat bigues, escairades, taules i llistons de totes mides a partir dels troncs.

El Transport:

En les zones de muntanya tan del Pirineu com als Alps s'aprofitava la força del corrent de l'aigua del riu i el seu principi de fluid que transporta materials per gravetat, i que treballa en el procés d'erosió i transport de sediments per utilitzar els rius com a mitjà de transport de la fusta.



F.158 Barranqueig de troncs des de la capçalera dels rius del Pirineu fins al mar.

Fins que els troncs no arribaven al riu, a la zona dels Alps construïen Canals i vies amb els propis troncs per conduir-los lliscant, des de dins dels boscos fins a rius o barrancs prou cabalosos per fer-los baixar. L'època d'extracció dels troncs era normalment al hivern i en aquella època freda, la neu també serveix com a medi per fer lliscar els troncs.

En alguns casos es conduïen una mena de trineus gegants formats pels mateixos troncs que els dirigien i conduïen directament.

En alguns casos també construïen preses amb els mateixos troncs per tal de acumular més quantitat d'aigua per trencar-les voluntàriament i crear unes avingudes més grans que el cabal normal del riu per tal que s'arrossegui amb més facilitat i força tots els troncs que es volien transportar.



F.159 imatge espectacular del descens amb un trineu per la neu des dels boscos fins als rius de troncs de tones de pes dirigits pels homes aprofitant únicament la gravetat i la poca fricció de la neu i el gel. Imatge dels Alps al museu del habitat tradicional a Àustria..

A les zones on els rius ja no tenien tanta pendent i eren més cabalosos, els troncs s'unien en grups formant rais, que els raiers dirigien riu avall.

Els troncs es transportaven riu avall fins arribar als ports marítims on es venia la fusta ja sigui a drassanes per fer vaixells o per exportar directament via marítima.



F.160 canal o tobogan construït amb troncs com a via per tal de fer lliscar els troncs des del bosc fins als rius.



F.161 Riu avall fins arribar als ports marítims on es venia la fusta ja sigui a drassanes per fer vaixells o per exportar directament via marítima.

El transport de materials pesats en les zones de muntanya per carretera no es va desenvolupar fins ben entrat el S:XX quan es van construir carreteres practicables per camions i també van aparèixer camions prou capacitats per circular per aquets llocs de difícil accés.

El transport de la fusta pel medi fluvial, una vegada més, permetia transportar grans volums de material

sense gens d'energia afegida sinó nomes aprofitant la força de la gravetat i molt enginy per part de les persones que dirigien els troncs durant tot el viatge.



F.162 Col de Mosses al 1917 al hivern es passava amb trineus tirats per cavalls, fins al 1936 no s'hi va obrir la carretera del coll. Carreteres que durant bona part de l'hivern eren impracticables pels vehicles.

1.2.2. Característiques urbanes i constructives

Les raons energètiques de la construcció tradicional en llocs de muntanya; des de la forma urbana fins al detall constructiu.

La lògica amb què operen els coneixements tradicionals es pot sintetitzar en el principi: convertir un problema en un recurs, de manera que els llocs amb majors dificultats ambientals també esdevinguin aquells amb una més important aplicació de tècniques adequades, tecnològicament respecte a un context ambiental i social concret.

El que nosaltres reconeixem com a tradició no és una condició estàtica i immutable sinó un sistema dinàmic que ha evolucionat i ha convertit els aspectes innovadors en part integrant de sí mateix.

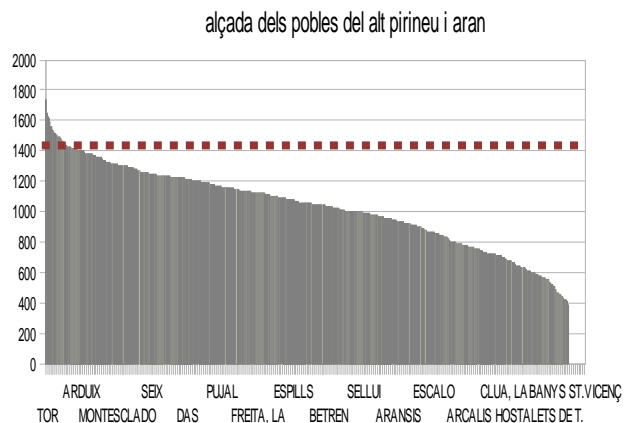
Text de Pietro Laureano Arquitecte DAU 24 p30

On es situaven el nuclis urbans?

Alçada dels nuclis de població.

A la zona del Pirineu Occidental Català els nuclis de població permanent es troben per sota dels 1500 metres d'alçada, amb alguna excepció com Rubió al terme municipal de Soriguera al Pallars Sobirà a 1687 metres d'altitud. Un dels pocs nuclis del Pirineu català que supera els 1500 metres. Aquest, Rubió pel fet d'estar a l'eix de comunicació entre el Pallars i l'Alt Urgell al port del cantó el converteix en un lloc estratègic de pas i en justifica la seva ubicació.

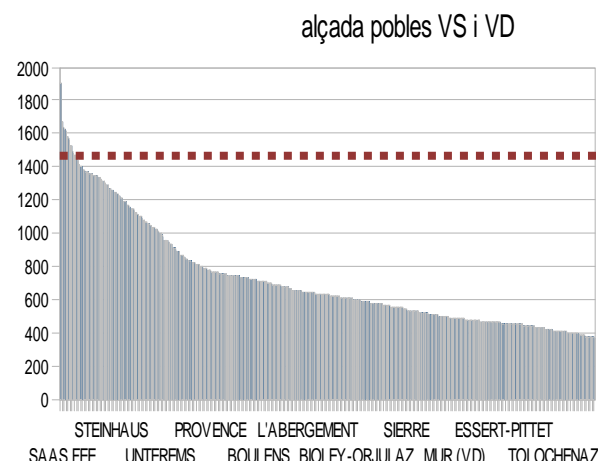
Després d'analitzar una cinquantena de nuclis del Pallars Aran i l'Alt Urgell, podem dir que la gran majoria es troben orientats en vessants sud o sud-est o sud-oest, i en pendents entre el 10 i el 50% majoritàriament cap al sud.



F.163 Gràfic representatiu de l'altitud dels nuclis de població de les comarques dels Pallars, Vall d'Aran, Ribagorça i Alt Urgell extretes del Pla Territorial del Alt Pirineu i Aran.

La localització segons l'alçada dels pobles del canton de Valais VS i Vaud VD a Suïssa, la majoria dels nuclis es situa entre 900 i 1400 metres, les zones més planes, més fèrtils i amb les condicions microclimàtiques menys desfavorables i comunicacions més fàcils.

Entre 900 i 1400 metres hi ha una altra sèrie important de nuclis de població ja dins una situació clarament de muntanya geogràficament i topogràficament. I són escassos els nuclis que estiguin situats per sobre dels 1400 metres amb algunes excepcions com el poble de SaasFee en una vall paral·lela a Zermatt on actualment s'hi desenvolupen esports d'hivern i activitats turístiques durant tot l'any.



F.164 Gràfic dels pobles del VS i VD, dos cantons dels Alps i preAlps suïssos on es posiciona l'alçada del centre de cada nucli de població

Dades facilitades per OFS Office Federale de Statistique de Suïssa. Atlas structurel de la Suisse, Schuler Martin, Thérèse Huissoud, Suzanne Stofer et Christophe Jemelin, Office fédéral de la statistique, NZZ-Verlag, Zurich, 1997

Es considera el centre del poble ja que hi ha poblacions extenses en llocs amb fort pendent en què d'una part a l'altra del poble hi pot haver més de 150 metres de desnivell.

Les dades que es presenten a les gràfiques, tot i ser actuals, del voltant de l'any 2000, el nombre de pobles en quantitat i nom i la seva ubicació no ha canviat des de fa molts anys, sí que ha canviat el cens i la manera de viure però no la ubicació dels pobles, per la qual cosa s'utilitzen les dades actuals.

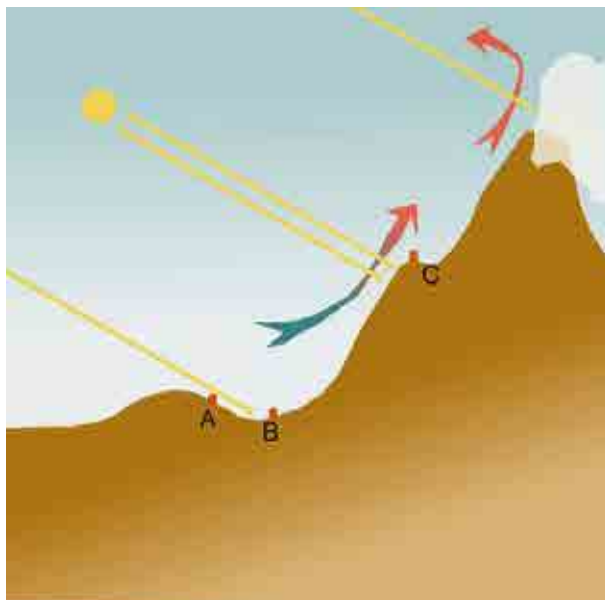
S'observa un fet molt interessant que és que tant als Alps com al Pirineu, existeix un sostre habitable correntment al hivern al voltant dels 1500 metres. A partir d'aquesta alçada, són molt rars els assentaments de població permanents durant tot l'any i que visquin dels recursos locals.

A l'inici del capítol 3 s'explicarà l'impacte de l'alçada en el clima i en la vida dels seus habitants. Aquí, empíricament s'observa que no és viable viure a més de 1500 metres degut a la duresa de l'hivern que en dificulta innecessàriament la vida i la capacitat d'obtenir recursos per l'auto subsistència als seus voltants.



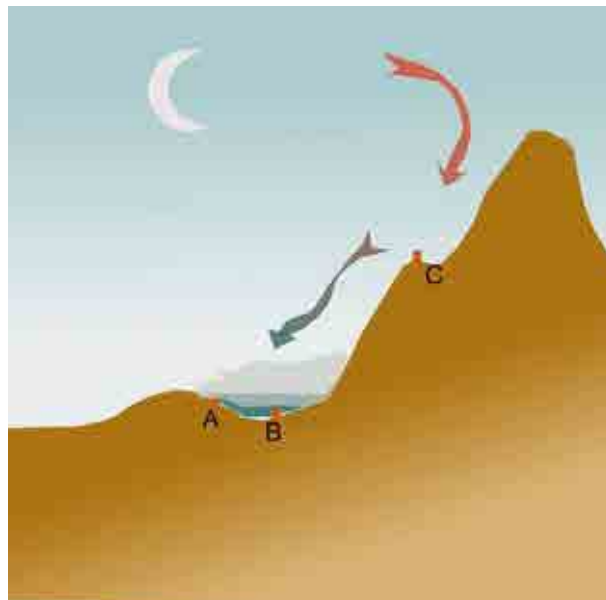
F.165 imatge de uns pobles al Pallars Sobirà, situats a la vessant sud a mitja alçada.

Després de l'observació in situ en el territori, es comprova que la gran majoria del nuclis urbans en les zones del Pirineu Lleidatà d'origen pre industrial es situen a les vessants sud a mitja alçada, ni al fons de les valls ni a la part alta o prop de les crestes. Amb uns terrenys amb pendent del 10 al 50% cap a sud.



F.166 secció esquemàtica de la ubicació dels pobles segons la topografia duran el dia. Al fons de la vall A i B o a mitja alçada C.

Aquesta característica de la ubicació es repeteix en altres llocs de muntanya del mateix Pirineu, però també dels Alps.



F.167 secció topogràfica microclimàtica durant la nit. A la figura es representa el lloc idoni el punt C.

Té diverses explicacions i justificacions:

Aquesta posició, rep molta energia solar directa ja que el terreny s'encara a la radiació solar amb els beneficis energètics a l'hivern pels seus habitants, però també pels cultius dels què vivien que s'alimenten del sol.



F.168 imatge del nucli d'Espui, Pallars Sobirà. Zona B de nou creixement a la part baixa i menys aconsellable, zona C nucli antic, mes elevat amb mes hores de sol al hivern i separat del pantà d'aire fred del fons de la vall.

A les nits anticiclòniques eviten el fred del fons de les valls per inversió tèrmica que pot fer variar molt la temperatura entre la part alta i la part fonda de la vall vora dels rius.



F.169 boires matinals a la vall de La Seu d'Urgell per efecte de la inversió tèrmica.

En alguns casos, aquestes zones coincideixen en un altiplà, més pla òptim per als conreus degut a l'origen geològic de la vall, d'origen glacial que crea una vall en forma de U i després una erosió del riu en V ha excavat la vall. En el punt entre la vall fluvial i la glacial es creen aquests altiplans.



F.170 Tornafor Pallars Sobirà

Situació de les poblacions al costat sud de les muntanyes, a mitja pendent, ni a dalt dels pics ni al fons de les valls. Indret òptim a nivell climàtic. Més alt hi fa massa fred i més baix hi ha menys radiació tèrmica a causa de l'obstrucció solar de les muntanyes i rebent el fred de la inversió tèrmica que baixa per la vall.

S'havien de complir altres requisits perquè un poblat sorgís en aquell lloc. Hi havia d'haver una font d'aigua relativament a prop per les persones i els animals. També hi havia d'haver al voltant una zona agrícola susceptible de ser explotada amb una superfície prou gran per alimentar la població i sovint la dimensió de la població estava regulada per aquesta superfície agrícola que alimentarà la població.

Aquesta relació lògica i pràctica tan aparentment elemental avui s'ha trencat i provoca desequilibris territorials. Ara, s'estudia aquest fet com la petjada ecològica, o zona necessària de terreny per alimentar una certa població.

A més de 1600 metres només hi ha bordes o edificis auxiliars per als ramaders que sí que estaven ocupats per les pastures tot l'estiu i deshabitats a l'hivern a la època de les neus.



F.171 els Diablerets, als Alps, la part baixa de la vall encara amb neu indicant que el microclima al fons de la vall tot hi ser oberta es mes fred, i a mitja pendent el sol ja ha fos la neu.

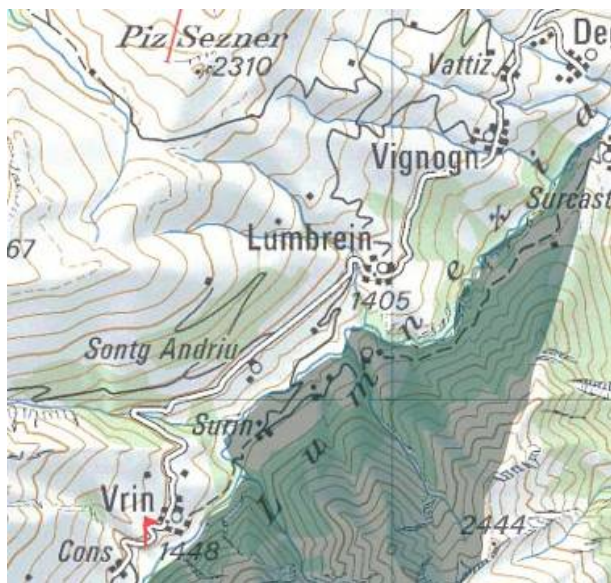
Ara amb l'explotació dels esports d'hivern es fan construccions que s'ocupen durant l'hivern a més de 1600 metres i fins als 2000, amb les dificultats tècniques i de manteniment que comporta.

S'ha demostrat que els edificis consumeixen més del 60% més d'energia per a climatització hivernal cada 500 metres d'altitud que es puja.

O sigui que el mateix edifici amb la mateixa orientació a la cota 2000, consumirà més del doble d'energia que un igual a la cota 1000. La qual cosa vol dir que cal tenir present que un edifici en altitud haurà de tenir un aïllament reforçat.

Aquest tema es desenvolupa amb més detall al punt 3.1.1.

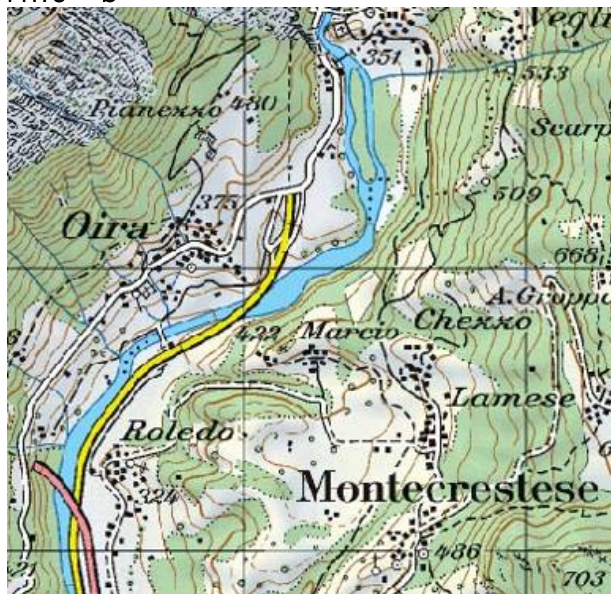
Implantació



F.172 a



F.173 b



F.174 c

Tres exemples de situació de poblacions orientades al sol i evitant el fons de les valls: **a** vall de Vrin (GR) **b** vall Aosta (GR) i **c** Oira Montecrestese (It) VB.

En les regions de muntanya on els hiverns són durs des de sempre, sigui als Alps o als Pirineus, els seus habitants han buscat escalfar-se amb el sol, abundant en alçada durant l'estació freda. És per això que els pobles es situen a la vesant sud de les muntanyes per tenir el màxim de radiació solar durant el dia d'hivern quan el sol és baix, o es situen a la vesant nord però a l'obertura d'una vall a sud. Per buscar el sol, no convé situar-se al fons de les valls com ens agrada fer actualment, on el terreny és normalment més pla i, doncs, amb més risc d'inundació. Les temperatures són molt més baixes en absència de vent a causa de l'efecte de la inversió tèrmica i quan, sobretot durant la nit, l'aire fred de les muntanyes baixa pel fons de les valls.

Quina forma tenien els pobles?

La majoria de nuclis urbans estudiats, construïts amb murs de pedra o pedra i terra, tenen una forma compacta resultes del creixement lineal amb façana contínua al voltant de nuclis de comunicació o carrers.

Aquest creixement entre mitgeres també és el més econòmic ja que optimitza la façana i normalment són murs compartits amb la conseqüent economia de mitjans per construir els edificis.

Aquesta forma compacta és òptima per minimitzar les pèrdues tèrmiques dels edificis a l'hivern ja que no estaven aïllats, i tampoc eren bons captadors solars.

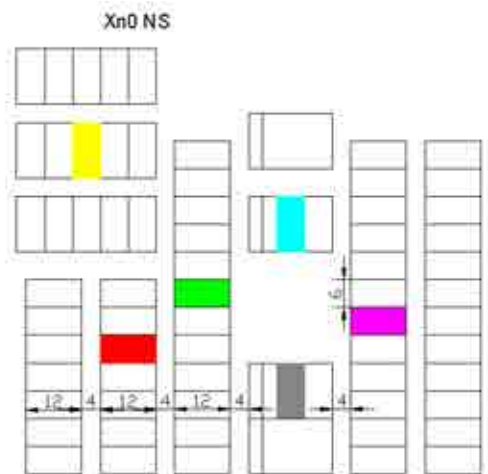
Hem fet un estudi amb tres diferents formes urbanes per comparar diferents potencials de captació solar:

Un és el **X** compacte del centres històrics

Y format per blocs aïllats típics dels nous eixamples

Z representa els edificis individuals aïllats.

A partir del model estudiat es veu que la forma urbana que perd menys energia a l'hivern independentment del nivell d'aïllament es la X entre mitgeres. Els blocs consumeixen un 30% més i els habitatges aïllats un 220% més, només per raons de geometria i protecció dels veïns adossats.



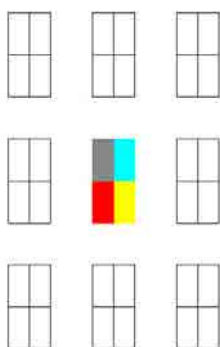
F.175 X compacte entre mitgeres

Però per altra banda, també es pot captar el sol, i com menys dens més sol es pot captar ja que no hi ha l'ombra dels veïns.

El models dens entre mitgeres la captació solar dependrà de la posició dins del model i de la seva orientació, i variarà entre 1 i 3 vegades entre mal i ben orientat.

En el model Y del bloc captarà de 3 a 5 vegades més que el pitjor cas del X.

L'habitatge aïllat i sense cap ombra de cap veí ni arbre ni muntanya podrà captar 7 vegades més que el pitjor cas del X.



F.176 Y blocs aïllats

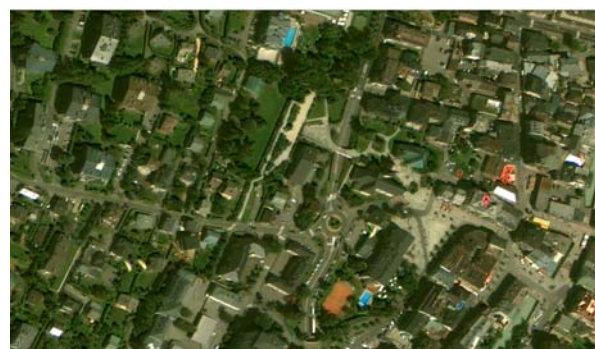
Una altre paràmetre directe a la densitat dels habitatges és el consum de sòl. El model compacte X del nostre estudi consumeix la meitat del sòl del Y i 6 vegades menys que els habitatges individuals.

Per tant, es veu que no hi ha un criteri únic bo o dolent sinó que dependrà de cada cas i cal estudiar-lo, ja que hi ha paràmetres que són antagònics segons la solució.

El que si es veu és que amb un sistema tradicional medieval sense aïllament i amb obertures petites, la millor forma urbana és la compacta, i és el que feien.



F.177 tipologia en X compacte entre mitgeres. Imatge aèria del poble de Salàs de Pallars.



F.178 tipologia en Y blocs aïllats. Imatge de Chamonix, als Alps Francesos, al peu del Mont Blanc. imatge en perspectiva i aèria de la mateixa zona.

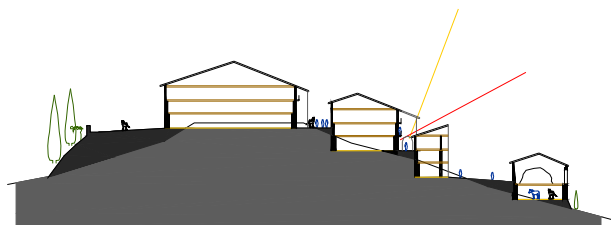


F.179 Z imatge d'habitatges aïllats als Alps. Nucli dispers amb edificis aïllats al Diablerets, canton de Vaud a Suïssa.

Però actualment amb els mitjans que tenim per construir edificis molt ben aïllats i amb grans superfícies vidriades o altres sistemes que aprofiten l'energia solar la forma urbana idònia a nivell energètic no és immediata.

Aquest tema es desenvoluparà amb mes detall al punt 3.1.3.

Aquesta gran variació en els diferents casos justifica quantitativament la correcta i òptima situació des del punt de vista de la captació solar a l'hivern, dels nuclis habitats al Pirineu abans de l'època industrial on altres motivacions econòmiques o d'altres energies van fer proliferar poblats fora d'aquests llocs de criteris òptims universals microclimàtics.



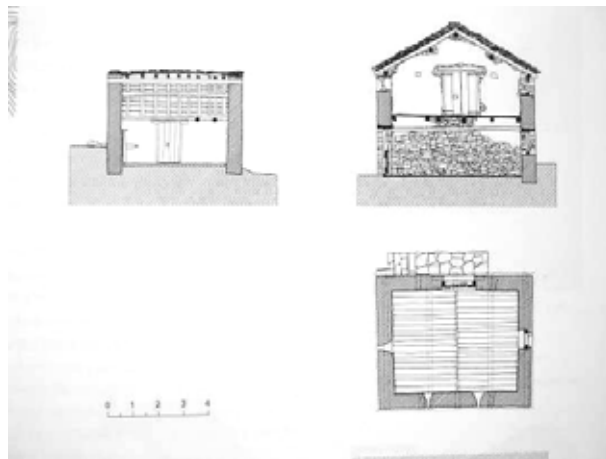
F.180 secció nord sud del poble d'Estavill on es veu la part del poble que mira a sud seguint la pendent una casa no fa obra a la de darrere.



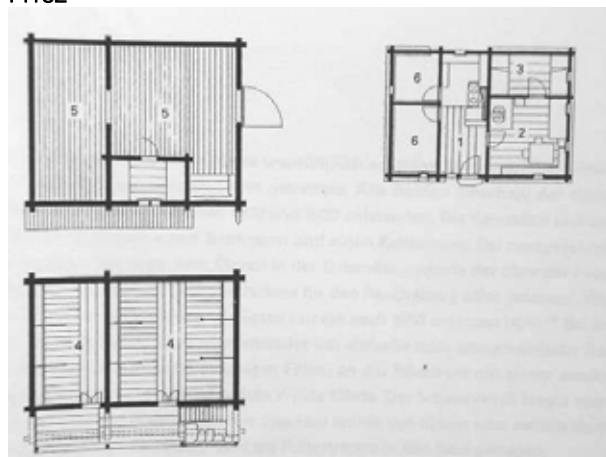
F.181
Com estaven construïts?

Els edificis dels nuclis de muntanya estaven construïts amb els materials de l'entorn immediat, per la qual cosa són diferents a cada lloc segons la geologia o el micro clima del lloc.

Aquesta relació directa lloc – objecte fa que, per naturalesa, els pobles de muntanya estiguin ben integrats amb el seu entorn. Les tècniques constructives rudimentàries i senzilles també estaven limitades tècnicament amb la qual cosa no podien fer grans alçades amb seguretat, de tal manera que tot el conjunt tenia un caràcter similar de volum forma color i textura.



F.182

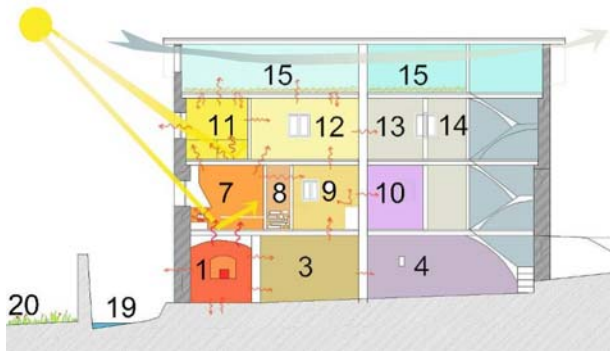


F.183 Grisons (Suisse) construcció de pedra i construcció de fusta.



F.184 Façana d'un poble al llarg de la carretera, que es forma per addició de plans no alineats i porositat entre els edificis que deixen passar el sol. (GR).

Distribució dels espais funcionals per aprofitar les pèrdues de calor:



F.185 Representació de l'eficàcia tèrmica de la disposició i organització d'espais i usos per a aprofitar l'escalfor generada per l'edifici i de la seva orientació.

Els edificis tenien una distribució concèntrica dels usos amb el centre el punt més calent i cap als extrems cada cop usos que toleren millor el fred o no requereixen estar tan calents.

Les estances més calentes i ocupades la major part del temps es situen al sud per aprofitar el sol i els llocs d'emmagatzematge o circulacions al nord, més fred.

1, el forn per coure el pa, escalfa el terra de la **7** l'habitació del foc, la més calenta i el cor de la vida de la casa sobretot a l'hivern, que irradia calor cap a les habitacions **12** a la segona planta, sobre les quals el gra i els vegetals secs funcionen com un aïllament tèrmic de la coberta ventilada **15** per evitar condensacions i funcionar com assecador de llegums i carn normalment de porc, que viuen al **3** i donar també escalfor.

Avui, a nivell energètic, es quantifica l'energia gris de les construccions, que vol dir la energia que cal per construir l'edifici, des de l'extracció dels materials, la seva elaboració transport i posta en obra.

Antigament abans de la revolució industrial aquests càlculs són inexistents ja que no hi havia cap energia exterior afegida per l'obtenció dels materials. Eren tots assequibles al seu voltant immediat i, com a molt, alguns estaven cuits amb la biomassa gestionada localment amb equilibri neutre del CO₂.

A falta dels aïllaments, el que funcionava era el sentit comú i les estratègies que seguien per aprofitar la calor generada dins dels edificis era organitzar funcionalment l'habitatge com unes nines russes de més calent a més fred.

De manera que el foc o forn o cuina eren el nucli de la casa i progressivament l'estar, les habitacions i finalment les escales rebost o altres magatzems aprofitaven l'energia interior de la casa.

Avui, el que cal fer és aprofitar la picardia del passat i treure profit dels microclimes i el sentit comú per optimitzar els recursos del lloc i, amb la tecnologia, millorar molt el confort passat amb molt poca energia de més.

La combinació de les noves tecnologies i la saviesa tradicional es poden obtenir resultats molt satisfactoris alhora que es preserva el medi i la cultura popular.



F.186 Imatge de les feines de treure la neu de la coberta d'un xalet per evitar accidents si cau de cop sobre algun vianant.

1.3. L'Aigua

1.3.1 Aprofitaments tradicionals

L'aigua és la base per a la vida. Des de sempre l'home s'ha instal·lat en llocs on aquest recurs fos present per poder beure i viure, i permet activar i fer moure la vida de la biosfera de la qual l'home en forma part.

En la cultura mediterrània, l'aigua sempre ha estat un bé preuat i buscat. Des de l'època romana, els banys termals són un luxe i símbol de benestar. L'escassetat d'aigua, ara tema molt parlat als mitjans de comunicació, ja era present a l'època romana fa 2000 anys. Només cal observar els sistemes de recollida d'aigua de la pluja i cisternes d'emmagatzematge al centre de les cases pati, la típica casa romana, com encara podem veure a Pompeia.

Però no només al litoral mediterrani hi havia sequera. Al Pirineu català, a la besant sud, també la sequera ha estat una característica duradora. S'observen en molts pobles petits situats en altitud lluny dels rius principals, sistemes de recollida i emmagatzematge de l'aigua de pluja, com a reserva per garantir la vida dels seus habitants i dels seus mitjans de vida durant períodes de sequera.

Aigua de boca i ús domèstic:

No és fins al S: XVIII, XIX, XX que les conduccions porten l'aigua a les cases, i amb aquesta, apareixen els espais lavabo o per a la higiene personal, inexistents fins al moment només amb l'existència prèvia de les comunes que no utilitzaven aigua, mes similars als wc secs que als wc actuals.

Fins a la data, l'aigua arribava en algun punt del nucli de població on la gent anava a servir-se'n gratuïtament. Sovint també eren els rentadors dels pobles lloc de trobada i nucli de la vida social.



F.187 Rentador de Peramea. Pallars Sobirà..



F.188 Abeurador a Bussigny, VD Suïssa..

Degut a l'esforç de portar l'aigua manualment cap a casa els consums eren molt baixos, així com també per raons culturals.

Els animals anaven a beure als abeuradors o coms, ara resten com mobiliari urbà testimoni del passat rural.

Aprofitament de l'aigua pluvial.

Al Pirineu.

En nombrosos pobles petits situats lluny de les vores de rius importants, sobretot en els nuclis situats en altitud respecte el fons de les valls, es troben cisternes i sistemes de recollida de l'aigua pluvial per tenir una reserva suficient per garantir l'abastiment d'aigua per les necessitats vitals de la seva població, humana i animal.

A la plana, la serra pre-Litoral i les illes Balears, aquets sistemes han estat sempre molt presents i optimitzats tan pels habitants com per l'arquitectura vernacular.

El Poble d'Estavill per exemple, a gairebé 400 metres per sobre del riu Flamissell, s'abasteix d'aigua de fons. Aquest edifici disposa d'un espai semisoterrat per tal d'emmagatzemar l'aigua de pluja i tenir aigua suficient, fins hi tot en època de sequera, per abeurar tots els animals que abans hi podia haver en aquests corrals. El pou o dipòsit es troba en part sota la rampa d'accés.



Diagrama de la planta baja de la casa. Se muestran las habitaciones y la ubicación de la cisterna de agua pluvial. El texto "CISTERNA AGUA PLUVIAL" indica la ubicación de la cisterna.

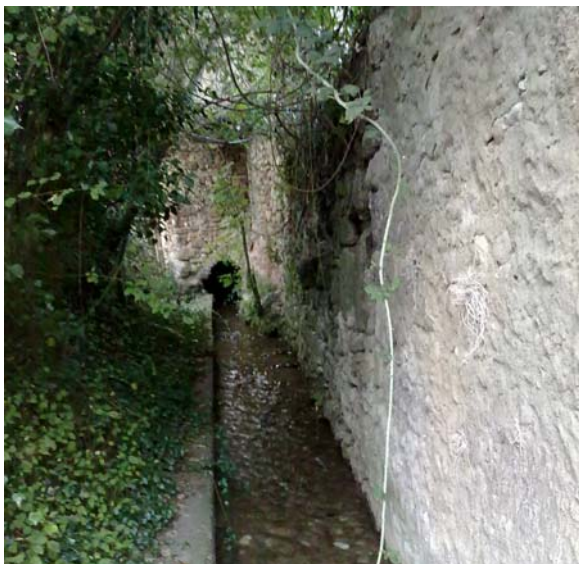
El rec i les infraestructures de gestió i transport.

Aquest fet altera clarament el paisatge, sobretot a l'estiu sec on es pot percebre amb claredat la línea entre el regadiu i el secà, sobretot a nivell cromàtic. També grans línies arbrades creixen al voltant dels eixos o conduccions d'aigua, que es fan perceptibles al paisatge.



A photograph of a rustic stone wall in the foreground, with a lush green field and distant mountains in the background. The wall is constructed from irregular, grey stones and is partially covered with moss. The field is filled with green grass and yellow wildflowers. In the background, there are rolling hills and mountains under a cloudy sky. A utility pole is visible in the distance.

58



F.194 Imatges de les sèquies que condueixen l'aigua per regar la part baixa del poble.

El reg obliga a una organització i disciplina per tal de distribuir entre tothom un bé preuat que és l'aigua, de manera que tots els veïns puguin regar les seves terres. Uns horaris establerts i acceptats per tothom són necessaris per gestionar aquest recurs. Per exemple, a la Pobleta, cada zona de prats tenia un dia atorgat per a regar-los, en canvi, els horts es podien regar cada dia al vespre de 19 a 20h, ja que necessiten menys cabal d'aigua i es poden regar varis al mateix temps, en canvi els prats necessiten tot el cabal disponible i durant mes temps.

Als Alps,

concretament a Suïssa al canton de Valais (VS), és curiosament una de les regions més seques de Suïssa i on hi ha algun incendis a l'estiu a causa de la seva sequera. Les condicions geogràfiques i topogràfiques, en causen aquest fet. Tot i estar a pocs quilometres de zones molt més humides. La vall del Roina, que baixa d'est a Oest cap al llac Lemán, està situada al nord dels Alps entre dos zones muntanyoses que n'impedeixen el pas dels núvols o fronts humits.

Té l'avantatge de tenir molt sol, i que a les capçaleres de les valls perpendiculars són molt altes per sobre dels tres mil metres d'alçada, on es formen glaciars que donen aigua abundant tot l'estiu. Però aquesta aigua cal conduir-la ja que les valls són força pendents i no es fàcil conduir l'aigua a la part superior dels terrenys de conreu.

Així neixen els canals anomenats Bisses. Veritables monuments històrics que formen part del paisatge del Valais des del segle XIV, són testimonis d'una època i de la vida econòmica i social del canton. La seva construcció tenia l'objectiu d'assegurar el reg dels prats per obtenir l'herba necessària per la cria dels ramats bovins. Algunes d'aquestes obres són espectaculars i salven parets vertiginoses. La majoria però han desaparegut, víctimes de la modernització i de la transformació econòmica. Al

principi del segle XX es comptaven encara més de 200 bisses, des de la part alta a la baixa del Valais, això representava uns 1800Km de canals.

Tot hi que la majoria han desaparegut, en alguns casos, observant el paisatge, es pot endevinar el traçat. Els que queden ara desperten cada cop més l'interès de la població local pel seu atractiu turístic, raó per la qual, en el present, són rehabilitats i se'ls fa un manteniment.

A més a més, sovint, aquests canals estan acompanyats de senders que son interessant pels turistes ja que recorren paisatges impressionants i amb un pendent mínim per no perdre alçada, però perquè l'aigua corri, que els fan molt agradables a ser recorreguts a peu.



F.195 Imatge de la localització de nombroses Bisses a la zona del Valais a Suïssa.

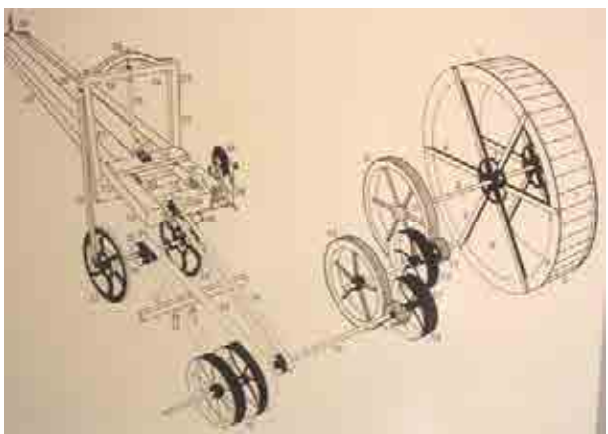


F.196 Imatge de la bisse, construïda amb fusta, un exemple més del potencial d'aquest material. Permet canalitzar i conduir l'aigua sense pèrdues en llocs de pas difícil.

com per moldre cereals o per filar o preparar la llana o altres productes tèxtils.



F.201 Imatge de una roda de fusta que es impulsada per un petit salt d'aigua i aprofitarà l'energia potencial de l'aigua com a força mecànica. Imatge del museu del habitat rural a Austria.



F.202 Mecanisme amb roda d'aigua de 4,4 metres de diàmetre i amplada d'un metre, amb un rendiment d'un 70-80% dóna una potència aproximada de 3,3kW i consumeix uns 90 litres d'aigua a uns 80-100 revolucions per minut.

Aquests aprofitaments de l'energia de l'aigua comença a modificar els emplaçaments tradicionals de l'habitat de muntanya, ja que hi ha altres interessos materials, en aquest cas energètics que predominen sobre els criteris tradicionals d'assolament i orientació. D'aquesta manera sorgeixen petits nuclis en llocs enclotats freds i foscos en fons de valls per tal d'aprofitar al màxim aquesta energia de l'aigua.

Aquest fenomen es produeix tant als Alps com al Pirineu, i serà el predecessor de l'era de la llum i de les centrals hidroelèctriques, que descobrirà el potencial energètic i, per tant, econòmic de les regions escarpades de muntanya, en el passat poc valorades com a recurs explotable.

Acumulador de fred

Des de l'antiguitat s'ha utilitzat l'elevat calor específic de l'aigua per utilitzar-la com a contenidor de fred. En aquest cas, s'aprofita el fred del hivern, que gela l'aigua, i aquesta s'emmagatzema conjunta soterrada de manera que el terreny actua de regulador tèrmic i la mateixa massa de neu

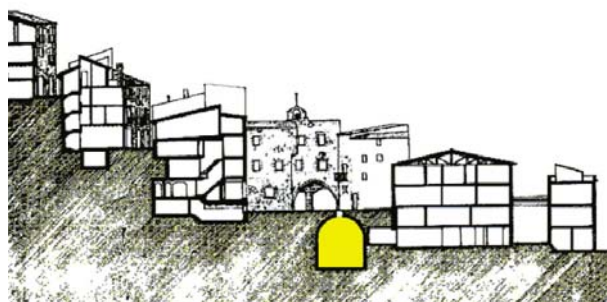
premsada o gel, fa que es mantingui el fred al interior.

Els Pous de Gel

Fins a mitjans del segle XIX l'únic gel disponible al mercat era el que s'obtenia amb l'explotació del fred natural.

Els pous de la neu dits també pous del gel o del glaç, són espais arquitectònics, correctament dissenyats i projectats i que tenien com a objectiu el de conservar i servir al poble i al comerç, trossos d'aigua gelada, sigui conservant el gel o la mateixa neu recollida durant l'hivern.

Pel seu punt de construcció i les formes, els pous de neu o de gel són construccions de gran valor arquitectònic. Així podem dir que els pous de la neu formen part del patrimoni com a elements d'una tipificació rural i com a edificis a conservar.



F.203 Situació del pou de Gel dins del nucli urbà.

La història de l'ús de la neu s'inicia a Mesopotàmia cap a l'any 1700 a C. És possible que en l'època de la cultura Ibèrica alguns dels aljubs foren dipòsits de neu.

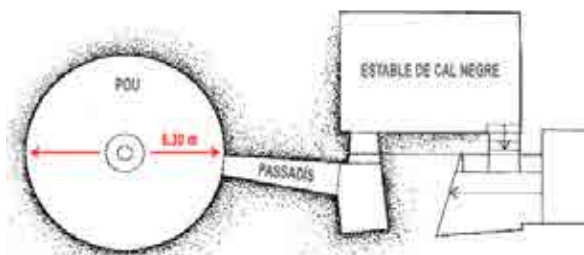
El pou de Juneda, recuperat i restaurat, té 8 metres de diàmetre a la base i està situat al sud, prop del poble.

Els pous de gel facilitaven als veïns uns mitjans de refrigeració, especialment de begudes. Eren les primeres neveres del fred artesanal. Al segle XIX van deixar de ser útils.

Els hiverns oferien bona matèria primera per omplir el pou del gel. Les temperatures eren baixes i podien arribar a l'entorn de 10 a 14 graus sota zero. Les geleres eren llocs on a ple hivern, normalment a l'obaga, permetien llarga durada de l'aigua gelada. Aquestes geleres estaven situades a l'entorn del poble i els gorgs naturals que s'hi formaven. Al costat del riu es provocaven petites basses a fi de que l'aigua, en espais de poca profunditat: sobre uns 20 cm.

Els anys de bones nevades aprofitaven tota la caiguda a la plaça i al seu entorn.

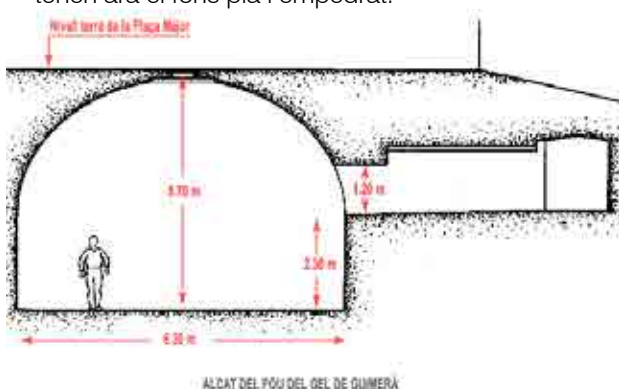
De planta circular i de forma cilíndrica cobert amb una volta de mitja esfera. El pou del gel és una edificació de forma cilíndrica amb parets verticals fins a l'arrencada de la volta, que normalment està construïda amb grans carreus. La construcció està, normalment, enfonsada en el terreny i el seu cobriment és amb una tècnica de falsa cúpula.



F.204 Planta del pou de gel de Guimerà.

L'accés al seu interior es realitza per un forat circular en la seva part superior i una obertura rectangular en una paret lateral en el lloc on arrenca la volta.

Alguns d'aquest pous conserven el fons còncav però la major part dels recuperats tenen ara el fons pla i empedrat.



F.205 Secció del pou de gel de Guimerà.

És característic la forma d'aquests túnels o passadissos, normalment en ziga-zaga, a fi de permetre millor el poder mantenir l'aïllament tèrmic del pou.

Funcions.

Les funcions serien les de facilitar als veïns un mitjà còmode de refrigeració.

- La primera de les funcions seria per a la conservació d'aliments, com ara el peix, per possibilitar el trasllat terra endins.
- En segon lloc, l'ús terapèutic, el qual té una continuïtat des del món clàssic.
- Medicinal: Juan Aranda (1986), en parlar de Còrdova, descriu bé les finalitats terapèutiques del gel: "tallar hemorràgies, rebaixar la febre, combatre inflamacions i suavitzar el dolor (mal de cap, cremades...)" La venda de neu a l'hivern era obligada per la presència de malalties. Era una de les preocupacions de que no falti la neu per als malalts.
- En tercer bloc, l'ús gastronòmic, tant per a refredar aigua, vi i altres begudes, com per a la preparació de gelats i xarrups, segons les zones. És a dir, refrescar les begudes, fossin o no alcohòliques, un cop arribat l'estiu i que s'acostumaven a barrejar-les amb gel. En la majoria dels arrendaments públics de venda a la menuda de licors i vins, s'obligava que es disposés de gel per al consum de la població durant la temporada de calor. Així doncs, podem parlar del gel

com d'un mitjà de conservació, sobre tot, de determinats aliments (peix, fruita, carn).

Els traginers eren els encarregats de vendre i repartir el gel fora del poble

<http://www.guimera.info/conjunthistoric/pou/intpou.htm>

Als Alps. Per la presència relativament pròxima dels glaciers, durant l'estiu es podia aconseguir gel amb una mica d'esforç de transport des de les parts baixes de les llengües de les glaciers fins a les ciutats i els pous de gel tenen menys transcendència.

Alguns camins o canals de les *bisses* eren vies de extracció i comunicació per baixar el gel cap a les ciutats.

Conclusió capítol 1:

La relació directa entre el clima, l'altitud, els materials del voltant i la forma de viure genera sistemes constructius propers però amb trets característics diferents segons la situació geogràfica. Com els dialectes de les llengües, originaris de la mateixa arrel que evolucionen diferent en llocs determinats.

Tot això justifica com una llarguíssima evolució, gairebé darwiniana, ha permès a la gent que habita un indret determinat concret i únic que s'hagi pogut servir d'allò que hi havia al seu voltant per a protegir-se del entorn per generar i facilitar la vida.

La ubicació de les poblacions en relació a les lleis de la natura que no té fronteres, són universals. Es veu com els principis d'implantació i aprofitament dels recursos locals es repeteix en les diferents regions de muntanya i es pot pensar que aquests diferents pobles han evolucionat cap a aquesta manera de fer paral·lela però sense interacció directa, a força d'observació i experimentació de moltes generacions que s'anava experimentant i verificant any rere any, millorant les solucions i corregint errors o problemes experimentalment. I després de moltes i moltes generacions el resultat era sens dubte molt pròxim a l'òptim adaptat a la situació econòmica o social del seu moment, basada en l'austeritat i l'autosuficiència, condicions intrínseques a les regions de muntanya amb comunicacions més aviat difícils.

El resultat de la manera de fer de les zones de muntanya depèn doncs en gran mesura a les condicions climàtiques i els recursos naturals locals, que aquests no varien durant els anys, o si ho fan es molt lleugerament i en menor mesura depèn del entorn socioeconòmic o tecnològic de la societat que hi viu.

Seria però, una llàstima, ignorar tota la saviesa adquirida durant moltes generacions d'observació local i optimització casi perfecta dels recursos locals, ara amb l'excusa de donar tota la confiança al poder de les màquines.

Aquest treball començat al any 2004 en plena explosió urbana, demogràfica i tecnològica, amb una gran pressió urbanística en les zones de muntanya sobre les preexistències tradicionals que s'han vist atropellades pel boom immobiliari, ara al final d'aquest treball al 2012, vuit anys després, ja s'ha invertit aquesta pressió expansiva infundada i insostenible físicament, tornant a deixar pas a la coherència tradicional basada en els recursos locals.

I sembla que aquest capítol que havia de ser la introducció al medi per poder-lo entendre no és només una introducció sinó que també pot servir avui, en moments de decreixement i depressió urbana, com a full de ruta o guia del que feien abans per ser autònoms autàrquics i autosuficients amb els recursos naturals locals renovables i econòmics.

2- SITUACIÓ ACTUAL

Com i de què vivim. Com ho hem fet.

Estem possiblement al final de l'era industrialitzada regnada per l'energia potent i fàcil, però artificial per no ser del moment present, del petroli.

Aquesta tesi doctoral va començar l'any 2004. La situació d'aquell moment era molt diferent a l'actual. En aquell moment, l'augment del volum construït i de les expectatives de creixement semblaven il·limitades i tot anava augmentant considerablement respecte als anys anteriors. Aquest creixement desmesurat del sector de la construcció i de la invasió de sòl agrícola s'estenia com una taca d'oli tan a vora les ciutats com també en tots els racons de les valls del Pirineu. L'activitat que semblava que generava més diners era transformar camps de cultiu en edificis i carrers pavimentats, amb una revalorització progressiva que semblava no tenir límits.

Aquesta pressió urbanística sobre el territori feia témer per la integritat i preservació del medi natural ja que les urbanitzacions i els edificis semblaven que podien créixer en qualsevol lloc sense cap control.

Aquest monstre urbanitzador i edificador que temíem que s'ho mengés tot, doncs s'ha emmalaltit per la seva pròpia gormanderia extrema. I ara està pràcticament mort. El món de la construcció ja no és cap font de generar plusvàlues i per la qual cosa ja no es construeix especulativament però ens queden les restes, esquelets o edificis morts que ocupen part del territori.

Les zones de muntanya, sobretot, han viscut aquest fort creixement i mort sobtada de la construcció desmesurada. I ara retrobem unes zones tranquil·les com sempre havien sigut amb unes escultures edificades en forma d'edifici com a testimoni d'uns moments d'eufòria constructora sense cap altra finalitat que la de fer diners amb aquell producte que ara està desvaloritzat.

(...) durant aquestes visites he pogut percebre una vegada més que aquella arquitectura plàcida, tranquil·la i del saber estar s'havia ridiculitzat davant de les noves construccions caracteritzades per un mimetisme ortodox, que transmet l'equivoca interpretació del llenguatge arquitectònic secular rural aplicat a la contemporaneïtat. L'única apreciació que se'n pot fer és l'aplicació i la dominança de la rauxa en lloc del seny. (...) fragment de l'arquitecte Joan Curós al llibre "la Casa al Pirineu, evolució arquitectura i restauració" a la pàgina 83

Alguns titulars de premsa Local al 2007 que il·lustren el que ha passat:

31-07-07 10:40 SEGRE (annex)

"Lleida construeix 5 vegades més habitatges per cada mil habitants que Barcelona"

El sector alerta d'una saturació del mercat, però assegura que els preus no baixaran"

23-02-07 diari el SEGRE.

« COMARQUES: TURISME El nou model d'allotjament a l'interior

El turisme rural evita la desaparició d'uns quinze pobles de les comarques de Lleida

Nuclis de menys de 10 habitants de la Ribagorça, l'Alt Urgell, els Pallars i la Segarra »

Portada dimecres 25 febrer 2009 SEGRE.

2.1.- El territori

2.1.1 Situació actual

En el món rural, la base de la subsistència de la població ja no és basada en el conreu autosuficient sinó en unes activitats terciàries o de serveis on el turisme és un pilar fonamental.

Al Pirineu català, la frenada econòmica actual es tan considerable que el sector serveis i del turisme es troba afectat per aquesta davallada de l'activitat econòmica.

Als Alps, per la seva magnitud i potència natural a nivell europeu, continua atraient públic de tota Europa i, a més, turisme que manté una activitat econòmica important.

2.1.1.P Pirineu, el territori actualment

A la zona del Pirineu Oriental, en aquets moments de canvis conviuen el turisme i les activitats agràries. La combinació de les dues dona com a resultat un turisme rural que té bona acceptació entre el públic. Cada cop més, la capacitat de subsistència autàrquica que permet la infraestructura dels petits pobles de muntanya atreu a *neorurals* que poden treballar per viure, cosa que no poden fer a la ciutat.

Existeixen tant explotacions ramaderes o agrícoles importants que permeten viure a les seves famílies com encara molts establiments dedicats exclusivament al turisme i l'oci. A la muntanya, els esports d'hivern continuen aportant esquiadors i visitants, però en descens. Alguns complexos o instal·lacions dedicades exclusivament a l'oci i als esports d'hivern passen moments molt complicats econòmicament i en perilla la seva continuïtat amb la repercussió social que comportaria el seu tancament.

Característiques urbanes i constructives dels últims anys al Pirineu.

El sector agrícola, per sobreviure en les regions de muntanya, ha hagut d'adaptar-se a les noves demandes latifundistes de la societat globalitzada. Aquest fet és molt complicat en llocs de topografia accidentada i de petites superfícies contínues per poder dur a terme l'activitat agrícola o ramadera.

Aquesta evolució del model de treball ha causat que s'abandonin completament totes les infraestructures antigues agràries. Els corrals i pallers dins dels pobles han hagut que substituir-se per granges o coberts exteriors als nuclis antics amb mides més grans per poder remenar maquinària més grossa i evitar les queixes dels veïns o turistes que se sentien molestos per la proximitat de les activitats ramaderes.

Això ha provocat l'aparició de noves tipologies fora dels pobles com granges o coberts sense cap interès ni relació amb el lloc, amb materials forans, com xapa o elements de formigó armat prefabricat i de grans dimensions que no troben el seu lloc en el territori i s'intenten amagar en algun lloc sense èxit.

Per altra banda, el sector turístic ha desenvolupat també els seus edificis, fabricants del seu producte. Els hotels i sobretot les rengleres de blocs d'apartaments de segona residència que romanen més del 90% de l'any tancats.



F.206 Imatge de la Cerdanya d'una urbanització un dia qualsevol entre setmana on no s'arriba a apreciar cap porticó obert. Com a exemple de la baixíssima ocupació d'aquests edificis.

La tipologia urbana habitual d'aquestes construccions com a *granges* de turistes s'agrupen al voltant dels cascs antics, ja que tampoc saben col·locar-se a dins i, a més, no poden ja que no saben ni com entrar els vehicles als soterranis.

La tipologia resultant és de blocs aïllants quadrats o allargats amb materials similars als del lloc però d'una altra escala i amb una sèrie d'elements folklòrics suposadament copiats de la tradició que intenten, sense gaire èxit, distingir-se del blocs d'habitatges que creixien al voltant de les grans ciutats.

Aquestes tipologies de blocs que no s'assemblen en res amb les formes urbanes compactes i complexes dels nuclis antics tampoc tenen un

sistema constructiu similar al tradicional ni utilitzen mà d'obra ni materials locals.

(...) aquest resultat ha despersonalitzat i reduït el caràcter de tots aquests pobles tan identitaris.

A resultes d'aquesta banalitat arquitectònica i urbanística aconseguida, la qual és una evidència clara al nostre territori de muntanya, hom pot interpretar que aquesta crisi econòmica que s'està vivint en aquets moments pot ser útil i necessària, en el món de la construcció en concret, per reconduir la situació esmentada i per derivar en una reflexió per a tots aquells que hi tenen alguna responsabilitat: des dels polítics i les administracions públiques, per haver-ne autoritzat l'execució, de la qual cosa es desprèn una poca estima pel país; fins als facultatius que han redactat pels projectes, pel poc judici professional, siguin els plans urbanístics o siguin els projectes d'edificació; els promotors, pel seu desmesurat afany especulatiu i finalment totes els compradors d'aquests edificis, per a provar una mala praxi arquitectònica. Aquesta realitat és fruit de la desruralització a l'alta muntanya, és a dir, haver simulat i aplicat un model urbà en una àrea adversa a la ciutat." (...)fragment de l'arquitecte Joan Curós al llibre "la Casa al Pirineu, evolució arquitectura i restauració" a la pàgina 84.

Les zones de creixement més important d'aquets sectors residencials nouvinguts es situen, normalment i en la gran majoria dels casos, en zones relativament planes vora de les poblacions principals.

Aquests terrenys que han ocupat aquestes construccions eren els millors llocs per cultivar i desenvolupar l'activitat agrària per la seva topografia relativament plana i perquè era allí on al llarg de milers d'anys s'havia anat sedimentant la terra i els llocs que en feia la terra més fèrtil.



F.207 Imatge de la vall del Roina, al seu pas per Martigny al canton del Valais a Suïssa on es pot observar la plana d'origen Glacial i bona part de la població a l'ombra de les muntanyes veïnes. Un costat de la vall es molt solà i l'altre es molt ombrívol. Ja que la vall va de est a oest.

Bona part dels pobles existents en aquesta vall es situen per això a la besant sud, molt més assolellada, a la esquerra de la fotografia.

Le edificacions al situar-se en aquestes zones destrueixen el sol fèrtils de potencial agrícola, pla i de bon conrear. A mes a mes aquestes zones planes el sub sol és dolent per a fonamentar ja que es el menys inestable vora de lleres de rius i format per sedimentacions poc consolidades..

Però com que el fet que fos més o menys pla facilitava el traçat dels carrers, doncs així ho van fer. Des dels despatxos d'ordenació territorial de les ciutats ho van determinar i fins hi tot van prohibir edificar en llocs de més del 20% de pendent, al·legant major impacte paisatgístic i major cost.

Justament aquets llocs amb pendent, eren els que sempre havien estat utilitzats per instal·lar els nuclis poblats per diferents raons. Com hem explicat al capítol 1 i es justifica quantitativament al capítol 3 d'aquesta tesi.

D'una part, el sòl més dur i estable facilita la fonamentació, per altra part, no es consumeix sòl fèrtil per cultivar el qual necessitem per obtenir els aliments.

Les zones rocoses que són més elevades vol dir que estan protegides d'avingudes de riuades o fins i tot d'allaus, fenòmens molt freqüents i violents en les zones de muntanya. I encara hi ha mes motius energètics i d'eficiència energètica per captar la radiació solar natural.

Els llocs amb pendent, com es justificarà quantitativament al capítol 3 d'aquesta tesi, amb pendent cap al sud, a l'hivern una agrupació d'edificis de certa densitat, no es fan ombra els uns als altres ja que uns sobresurten per sobre dels inferiors de forma similar a unes grades. De tal manera que una certa densitat que facilita els moviments i redueix el consum de sòl permet tenir una bona radiació solar a cada edifici durant l'hivern que li permetrà escalfar-se gratuïtament i a mes gaudir de bones vistes.



F.208 Imatge de la vall del Segre a l'alt Urgell al seu pas per la Seu d'Urgell. Un mati on es pot apreciar la boira matinal queda estancada al fons de la vall per l'efecte de la inversió tèrmica.

I encara podem afegir que les zones de principal creixement vora de les poblacions principals, vora les lleres dels rius i també per on passen les vies de comunicació principals, en totes les capitals de

comarca del l'Alt Pirineu i Aran són al punt més baix de la vall. En aquestes zones baixes que són favorables per raons de comunicació i de situació estratègica no són favorables a nivell d'aprofitament del sol i tampoc no hi existeix un microclima favorable. En aquests fons de les valls, en les nits d'hivern anticiclòniques pel fenomen de la inversió tèrmica es registren temperatures notablement més baixes que a mitja muntanya ja que l'aire fred que es genera i baixa de l'alta muntanya es diposita al fons de les valls, agreujat per l'ombra que les muntanyes del voltant creen als llocs profunds de les valls i és normal que en aquets llocs a l'hivern tinguin molt poques hores de sol amb el conseqüent refredament i tristor que això comporta.

Fa uns anys, amb un preu de l'energia baix i expectatives de gran creixement, no es valoraven ni es posaven en crisi aquests criteris. Però ara que sembla que s'acaba l'abundància de l'energia fòssil barata caldrà començar a remirar les estratègies senzilles d'adaptació al lloc i aprofitament dels recursos locals que l'arquitectura tradicional vernacular havia fet sempre.



F.209 Imatge del creixement desmesurat del complex residencial al peu del projecte d'estació d'esquí de Filià, a Espui, la Vall Fosca al Pallars Jussà al 2006. Avui, al 2012 aquestes obres estan aturades indefinidament i sense acabar. Les noves edificacions inacabades emmascaren la visió harmònica del nucli antic d'Espui que s'entreveu amb dificultat darrera dels cadàvers dels nous edificis.

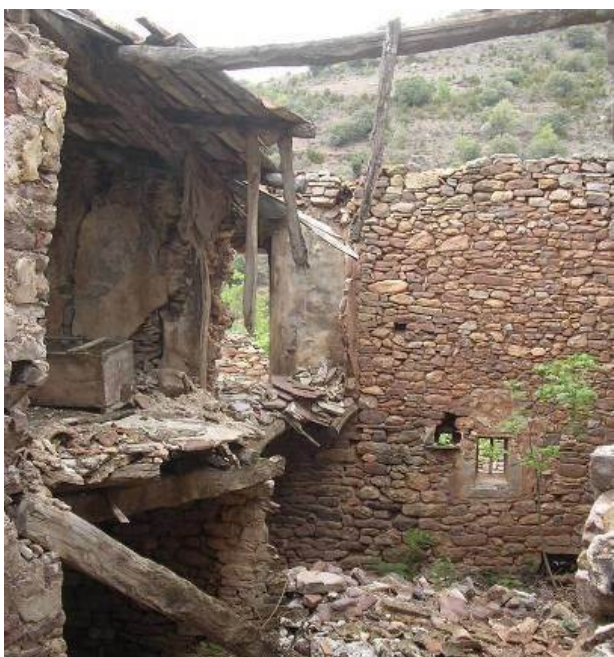
En relació als materials que s'han utilitzat els últims anys, en la majoria dels casos, es volgué imitar, sense traça, l'aspecte de les construccions tradicionals de muntanya, de murs de pedra local autoportants i gruixuts arrebossats de calç en el cas dels habitatges i deixats de pedra als edificis agrícoles per una qüestió d'economia de mitjans, amb els elements estructurals horitzontals de fusta. Tant els forjats com les cobertes són lleugers, amb bigues de fusta locals i entre bigues amb taules o revoltons, sistemes que s'expliquen al capítol 1.

Contràriament a aquest sistema constructiu, en la gran majoria dels casos, per inèrcia, tant dels tècnics com dels constructors, els edificis s'aguanten amb una estructura de formigó armat, pilars i forjats. Ja començant amb uns grans

fonaments i murs dels soterranis amb formigó armat.



F.210 Imatge d'uns blocs d'habitatges residencials qualssevol al Pirineu de Lleida, en aquest cas a la Pobleta de Bellvei.



F.211 Imatge a d'una casa a Envall, a 3 kilòmetres de la construcció de desenes d'apartaments. Edificis tradicionals abandonats que es deixen perdre per la mandra de fer un esforç de rehabilitació i preferir construir de nou sense preexistències que en complicaven el negoci monetari. Mostra que el fet constructiu a la zona del Pirineu era una pura activitat econòmica especuladora que no responia a una necessitat real d'habitatges.



F.212 Imatge d'una construcció dins del casc antic d'Arties a la Vall d'Aran al 2005. On s'aprecia el xoc entre dos sistemes constructius oposats.

Fins i tot les cobertes les han fet amb forjats de formigó molt pesats.

En definitiva, s'ha invertit per complet l'esquema estructural fent forjats i cobertes molt pesades i uns pilars molt lleugers.

Aquesta tecnologia que permet fer grans edificis alts i grans obertures i espais diàfans s'acaba tapiant amb murs ceràmics amb unes finestres tan o més petites que les tradicionals, independentment de l'orientació, i maquillant per fora amb unes pedres de cantell, fixades amb uns connectors a l'envà interior per evitar que aquestes fulles minses de pedra, extreta de vés a saber on, no caiguin com una crosta al carrer.

En algun lloc on la tradició semblava que hi posava fusta al exterior, també parts de les façanes es folraven amb taulonets prims de fusta de pi vernissada com si fossin mobles de menjador, i es lamenten que amb el pas dels mesos, el sol i l'aigua els deteriora i han de pagar un maquillatge continu per mantenir aquests fustes com si fossin a l'interior.

Moltes d'aquestes característiques de la construcció dels últims anys a les zones de muntanya són, en part, causades per una sèrie de normatives que obligaven a un pessebrisme mal entès que uns ajuntaments les copiaven d'altres que no tenien ni la mateixa topografia ni el mateix paisatge ni la mateixa geologia, de manera que no tenien cap sentit ni cap raó de ser. Avui encara, però, estan en vigor la major part d'aquestes normes dictades des de tècnics de les ciutats que no havien entès el perquè ni el motiu pel qual les coses de la muntanya eren d'aquella manera.



F.213 Imatge de Puigcerdà, amb la confrontació i contradicció entre aspectes dels materials tradicionals apilats amb forma de teixit urbà intentant crear una ciutat.



F.214 Imatge dels resultats construïts de l'aplicació al peu de la lletra de les normatives pintoresques folklòriques a Puigcerdà.

Aquets treballs amb poc criteri han provocat un nou paisatge construït confús que en alguns casos no deixa discernir entre què era raonable i útil de fa uns anys i què és decorat completament inútil actual.

A nivell social, també existeix aquest emmascarament de l'artesania sabia i coneixedora dels materials locals i dels microclimes i com aprofitar el millor de cada lloc.

Amb algunes excepcions, s'han perdut bona part dels artesans que dominaven els materials locals envaïts i atropellats per la indústria forana i les empreses constructores amb els seus productes amb la voluntat principal d'extreure el màxim aprofitament econòmic instantani a curt termini.

Les **infraestructures** que s'han creat per tal de donar servei i confort als visitants de les poblacions, són elements que han transformat clarament el paisatge, en alguns casos tant o més que les noves edificacions. Es el cas de carreteres, variants estacions de depuració o sistemes d'abastiment d'aigua o centrals elèctriques per abastir els pics de consum de tots aquests complexos turístics.

La imaginària abundància de recursos i de recursos econòmics ha permès, malauradament, que es facin algunes d'aquestes infraestructures completament desmesurades i fora d'escala. Que amb una contenció dels recursos o amb menys crèdit no s'haurien fet i ara no ens lamentaríem de tenir alguns elements innecessaris i de no poder-los pagar.



F.215 Imatge de les instal·lacions abandonades i tapiades de la estació d'esquí de Llessui. Imatges que es podran repetir aquests pròxims anys, de noves d'instal·lacions abandonades.

2.1.1.A Alps, el territori actualment

Als Alps l'activitat econòmica del turisme no està, de moment, tan frenada com al Pirineu. Bàsicament per la seva trajectòria molt més antiga i la dimensió geogràfica molt més extensa i contundent. És atracció de turistes de tot Europa i no només d'un terç d'un país com Espanya, com en el cas del Pirineu.

L'activitat agrícola en llocs com els Alps Suïssos ha estat molt més protegida en els últims anys. Pel fet que Suïssa no estigués immersa dins de la unió europea, s'ha aplicat mesures proteccionistes dels seus productes i ha frenat la invasió i contaminació del model econòmic global. D'aquesta manera, ha pogut mantenir molt millor tot un sector agrícola, ramader i artesanal que ha pogut viure del que la seva terra produeix i no han perdut tant, com al Pirineu, la saviesa popular.

Tot hi que, evidentment han aplicat noves tecnologies, han mantingut una activitat agrícola amb consonància amb el lloc i amb l'escala del seu territori de muntanya, donant un ús continuat a la seva activitat i al patrimoni construït antic dins dels nuclis urbans de muntanya.

Un exemple clar i emblemàtic es el cas de Vrin, una vall sense sortida del canton dels Grisons a Suïssa que manté edificis tradicionals i en construeixen de nous, però guardant l'esperit tradicional reinterpretant els materials i les tècniques antigues.

Un edifici clar d'aquest fet son els assecadors d'embotits de Vrin, nous, donant servei a la seva activitat econòmica lligada a l'explotació agrària però construint uns edificis amb base de pedra i el volum principal de fusta, amb un aspecte contemporani però reinterpretant la construcció amb fusta massissa local, amb la seva fusta. Les unions a les cantonades dels elements horitzontals de fusta que són l'estructura vertical de l'edifici i les seves separacions entre ells permeten que ventili l'aire i assequi els embotits que allí produeixen així com l'herba dels pallers del costat construïts amb el mateix sistema. Aquest és un sol exemple dels moltíssims més similars que mostren aquesta prolongació de la tradició i l'adaptació a les noves tecnologies i als nous temps.



F.216 Imatge de l'assecador d'embotits on s'aprecia clarament el detall del mur portant amb taulons horitzontals de fusta massissa amb unes separacions per deixar ventilar el que ara és un assecador d'embotits i que tradicionalment era un paller per guardar l'herba seca i aquest està arriostrat amb taulells OSB interior. Vrin als Grisons a Suïssa, l'octubre del 2004



F.217 Comparació entre el detall contemporani reinterpretat de la tradició constructiva en fusta de la cantonada feta per l'arquitecte suís Gion Antoni Caminada i una cantonada tradicional del mateix poble de Vrin feta amb tronc rodons i un petit encaix, en un paller per deixar ventilar i mantenir l'herba seca.



F.218 Imatge general dels secadors i quadres a Vrin



F.219 Un altre exemple del mateix Gion Antoni Caminada a Vrin amb la construcció de la cabina telefònica de swisscom amb fusta massissa local, amb taulonets de fusta horitzontals, com la construcció tradicional que té a la vora, però sense deixar passar l'aire, en aquest cas, ja que no es requereix.



F.220 Imatge del conjunt amb el paller i corral de vaques.

A nivell artesanal també s'ha donat importància a preservar el llegat cultural i artesanal. Un exemple són els tavillons, una manera tradicional de fer cobertes de fusta amb ascles de làrix com a "llosetes" del recobriment de la coberta i tot amb fusta local. Un art i una saviesa que va des de saber elegir els arbres que s'utilitzaran dins del bosc, el moment de l'any que cal tallar-los, en quina fase de la lluna, com deixar-los assecar, com tallar-los i asclar-los per fer aquesta matèria prima, i com col·locar-los després a la coberta per tal de garantir una estanquitat a l'aigua i una bona durabilitat d'aquestes cobertes tradicionals íntegrament de fusta local.



F.221 Imatge d'Olivier Veuve, un artesà tavillonier, refent una coberta amb ascles de làrix als Diablerets, Suïssa.



F.222 Imatge d'un tavilló es una ascla de fusta de làrix una conífera caducifòlia molt resinosa i duradera.

<http://www.tavillon.ch/> es una representació de la perpetuïtat d'alguns artesanats alpins. Olivier Veuve es l'artesà de les imatges F 221 i F 222, president de l'associació de tavillon que mantenen viva la tradició l'ofici i donen continuïtat i formació a nous professionals i artesans.



F.223 Antiga coberta de fusta amb els "tavillons" reconstruïts recentment.

Característiques urbanes i constructives dels últims anys als Alps.

Tot hi que hi ha molt bons exemples de la continuïtat de la saviesa popular i del llegat cultural tradicional, als Alps també s'ha donat la transformació profunda de la societat cap al món del turisme i dels serveis.

Aquesta transformació ha estat més lenta, ja que va començar molt abans que al Pirineu i ha anat paulatinament transformant part de l'activitat econòmica. També hi ha, als Alps, molts indrets, sobretot a la part Francesa, on s'han construït complexes residencials que són espantosos i fora d'escala.

A nivell de la forma urbana també s'han construït molts edificis pel sector del turisme amb poca relació amb el lloc, i edificis industrials que han colonitzat extensions planes que havien estat de conreus fèrtils.



F.224 Tipologia de blocs de 6 plantes d'alçada amb voluntat de imitar un xalet alpi (Alps Francesos).



F.225 Imatge d'Avoriaz Alps Francesos Alta Savoya. Límit pròxim de Suïssa. Projecte global dels anys 60 d'estació d'esquí i activitats a la muntanya amb una imatge conjunta i particular de grans immobles de geometria esglaonada i de cromatisme similar al de les muntanyes del entorn.

Els arquitectes van ser Jean-Marc Roque, Jean-Jaques Orzoni i Jacques Labro.

Situat a 1800 metres durant l'hivern no es treu la neu dels carrers peatonals tot hi el gran volum construït guarda una certa relació amb el lloc i una visió de conjunt que no tenen altres complexos fets mes desordenadament.



F.226 Lekerbath VS Alps Suïssos tot hi ser suïssa es un dels exemples especulatiu i desorganitzats similar al dels Pirineus que s'ha desenvolupat al Valais. Al voltant d'una estació termal els immobles d'apartaments de gran volum i sense cap cohesió han proliferat i com es veu a la fotografia, bona part del dia no tenen sol per l'ombra de les muntanyes.

Les noves construccions dedicades a acollir el turisme també han seguit la perversió dels sistemes de construcció amb estructures de formigó que acaben simulant uns murs massissos de fusta i, fins hi tot, també normatives locals de construcció obliguen al mimetisme i la falsa decoració que imita els antics sistemes tradicionals.



F.227 Imatge de mènsules purament decoratives sota biga de fusta laminada estructural. Diablerets, VD Alps Suïssos. Unes estructures de fusta sobre dimensionades ja que les decoracions obligades no estan preses en compte com a element estructural, cosa que si tenia una funció estructural en la tradició. Era el seu objectiu primer.



F.228 Imatge pe la part inferior de la cantonada en construcció de la decoració de fusta per simular un edifici

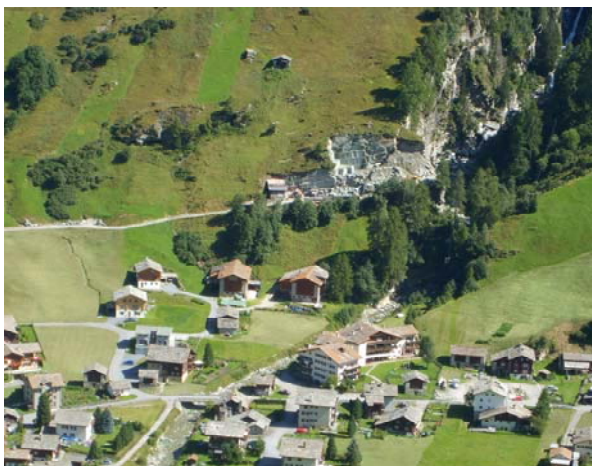
d'estructura de fusta quan en realitat és d'estructura de mur de formigó als Diablerets, a Suïssa.

Per exemple als Diablerets, al canton de Vaud als pre Alps suïssos, la normativa obliga als nous edificis d'apartaments a simular les falses cantonades com si els murs fossin de taules de fusta horitzontals estructurals i, als voladissos de la coberta, els obliga a falsejar les mènsules decorades i limita i defineix les obertures. Fet que encara avui continua passant als Alps, però el procés de llicència d'obres és més dialogat, amb opció a l'opinió popular i està a exposició pública, fet que també allarga mes temps el procés.

Als Alps, el fet que, tradicionalment, per les raons d'explotar les pastures i l'elaboració del formatge, tal com s'explica al primer capítol d'aquesta tesi, la tipologia urbana és molt dispersa. Dins dels nuclis que estan tradicionalment construïts amb fusta els edificis són aïllats, permet integrar amb molta més facilitat les noves construccions aïllades o disperses i incorporar-se al paisatge tradicional. També la gran dimensió dels arbres i les masses arbrades de tal mesura fan que les construccions residencials quedin a un segon pla i no desentonin en el conjunt.



F.229 Imatge d'unes granges i habitatges al canton de Vaud a Suïssa on es pot apreciar la dimensió de les masses forestals per sobre el volum dels edificis agrícoles. Els edificis de dimensions considerables al costat de les masses forestals de gran alçada queden convertits en miniatures.



F.230 Imatge del poble de Vals, als Grisons, als Alps Suïssos. Des de l'altre costat de la vall. S'aprecia els volums construïts disgregats i la petita cantera local pròxima.

2.2. L'Energia:

2.2.1 Fonts d'energia, transport, sistema constructiu.

2.2.1.P Pirineus

Tal com el canvi de model social i econòmic ha comportat canviar la manera de viure, també el model energètic antic s'ha eliminat completament per un domini absolut del petroli.

Si abans, fins als anys 1940, pràcticament tot el Pirineu era autàrquic en energia, avui és completament dependent del petroli. I no parlem de fa tant temps.

Tant pel transport, on la carretera i els vehicles a motor són els únics mitjans, com en els edificis, la majoria compensen la seva poca eficiència energètica i el seu sistema constructiu convencional i la ignorància dels sistemes bioclimàtics amb una bona injecció de derivats del petroli bàsicament gas-oil o gas en cisternes. Els últims 3 anys han aparegut algunes instal·lacions de biomassa però de moment són minoritàries.

S'ha perdut completament la tracció animal en els conreus i l'agricultura, s'ha perdut la força del riu com a medi de baixar fusta, els raiers, s'ha perdut la coordinació per aprofitar un transportista que portava tot el que feia falta, s'ha perdut la cultura de la gestió forestal local i les cuines i estufes de llenya local com a principal font d'energia durant l'hivern per escalfar-se i ara tot això es fa amb derivats del petroli.

I amb l'edificació, tal com s'explicarà amb detall al capítol 3 de la tesi, es veu que la manera com s'han construït els edificis els últims anys no ajuda gens a fer-los menys dependents de l'energia.

Però es veurà i s'explicarà clarament com, amb la combinació entre la saviesa popular i artesanal, tradicional i l'aplicació de noves tecnologies, es poden fer edificis que no necessitin energia exterior i que aprofiten el sol com a recurs principal natural, gratuït i continu en el temps.

En l'actualitat, tot hi que han anat apareixent normatives sobre l'aïllament tèrmic, encara estan molt lluny les normatives actuals d'arribar a una certa independència del petroli o de les energies no renovables o de fonts d'energia no locals.

Si que a nivell Europeu, es preveu poder arribar al 2020 a demanar una eficiència energètica als edificis prou alta per a que si que s'acostin a l'autosuficiència o que només amb un petit suport en els moments més desfavorables es pugui assolir el confort interior durant tot l'any sense necessitat d'aport d'energies que no siguin les locals.

La pràctica totalitat dels nous materials utilitzats en aquestes construccions novvingudes són materials de molt més alta energia gris o energia incorporada, és a dir, que cal molta més energia per tal d'obtenir els materials de construcció d'aquests sistemes constructius en comparació amb els sistemes tradicionals utilitzant els materials locals. Tant aquest punt com, sobretot, l'energia que necessitaran pel seu funcionament normal s'estudiarà al capítol 3 d'aquesta tesi, on es veurà que a més de consumir molta energia gris, la qualitat constructiva és tan mediocre que necessitaran molta energia externa per poder donar un cert confort als seus usuaris al llarg de tot l'any.

La població del l'alt Pirineu fluctua molt depenent del turisme, es dobla el cap de setmana i es quadruplica en època de vacances*. Aquest fet evidencia que l'impacte del transport, tant des del punt de vista energètic com de la magnitud de les infraestructures, és molt potent i pesat.

* Font:

Indecat departament de medi ambient i habitatge

Per reduir l'impacte del transport de la pendolaritat del cap de setmana del turisme, una mesura podria consistir en potenciar estades més llargues d'una setmana en lloc de caps de setmana guanyant més temps per gaudir de la muntanya i reduint el temps i l'energia que es destina als desplaçaments.

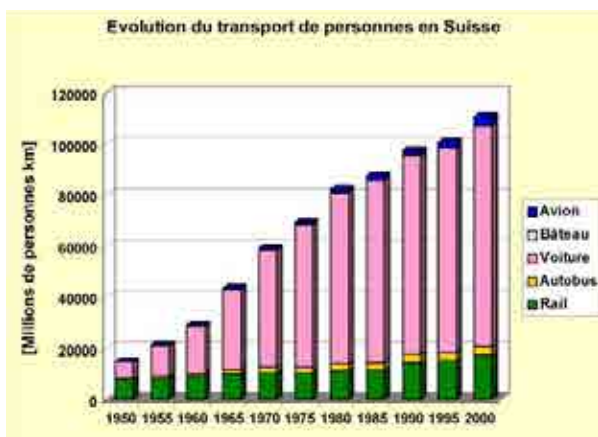
2.2.1.A Alps

Als Alps, al principi del S:XX tampoc depenien de les energies externes o no locals. Avui, igual que al Pirineu, i degut a que estem aproximadament dins del mateix model energètic o social, el transport als Alps és en bona part amb vehicles a motor tèrmic amb combustibles derivats del petroli i molts habitatges o edificis s'alimenten encara avui del petroli com a font externa d'energia. Però hi ha algunes diferències notables.

A nivell del transport, hi ha una xarxa de transport públic molt més extensa regular i freqüent, on tots els petits racons estan servits amb transport públic associat al servei de correus per donar dos serveis amb un mateix mitjà. També la xarxa ferroviària és molt extensa i permet arribar a bona part de la geografia, i és un mitjà elèctric propulsat sovint amb una generació hidroelèctrica descentralitzada.



F.231 Imatge típica als Alps amb la convivència entre el tren i l'automòbil tot hi ser d'una topografia complicada.



F.232 Tot i les infraestructures, també a Suïssa l'augment de l'ús del vehicle privat els últims 50 anys ha estat molt notòria, més de 5 vegades.
FONT Jean Bernard Gay LESO EPFL

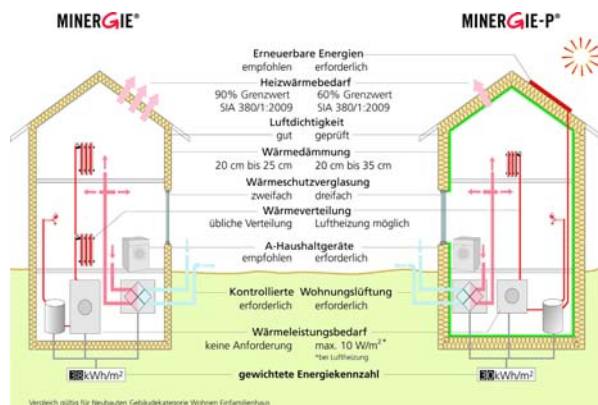
I pel que fa a les edificacions, sobretot a Suïssa, els últims deu anys la legislació o normativa tèrmica ha evolucionat molt i s'ha situat en nivells similars al que aspira la unió Europea pel 2020. A França amb el reglament tèrmic entrat en vigor al 2012 el RT 2012, s'aproxima ja considerablement i positivament al llistó del 2020 de la Unió Europea.

A Suïssa han fet estudis i càlculs i s'han adonat molt clarament, tal com també es conclou al capítol 3 d'aquesta tesi, que els esforços per fer edificis molt eficients energèticament comporta uns estalvis i uns beneficis a tots els nivells, tant pels usuaris, propietaris entitats de finançament o pel mateix balanç econòmic del país, i per la qual cosa a nivell polític i a altres nivells, s'ha apostat clarament per fer que tots els edificis que es fan o es renoven siguin molt eficients. L'estàndard Minergie de Suïssa, ha estat una mostra d'aquesta evolució social cap a un model energètic el més autònom possible.

Va començar com un estadar de qualitat i des del 2009 la normativa l'ha absorbit. Norme SIA 380/1:2009



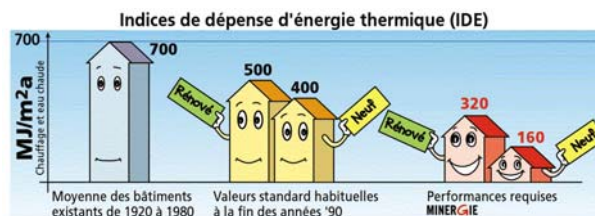
F.233 imatge representativa del segell d'eficiència energètica Minergie



F.234 esquema gràfic dels principis de l'estandar Minergie i minergie-P del 2010



Principis bàsics del concepte Minergie, Estanquitat a l'aire, un bon aïllament i ventilació controlada.



F.235 Esquema gràfic del potencial de disminució de la demanda de consum energètic en els edificis aplicant els criteris de l'etiqueta Minergie. Gràfics extrets de www.minergie.ch

Imatge del any 2005 de la evolució del consum energètic dels edificis a Suïssa.

Al 2005 es considera com a objectiu que el consum sigui de 160 MJ/m²any, o sigui 45 kWh/m² any.

Al 2009 es demana Minergie-P amb 30 kWh/m² any. I al 2012 com a objectiu final i immillorable, que el consum sigui 0 zero kWh/m² any. O sigui demanar als edificis que es produeixin la seva energia.

Una progressió de la exigència energètica que al 2009 exigeix per norma estar per sota dels 45 kWh/m² any.

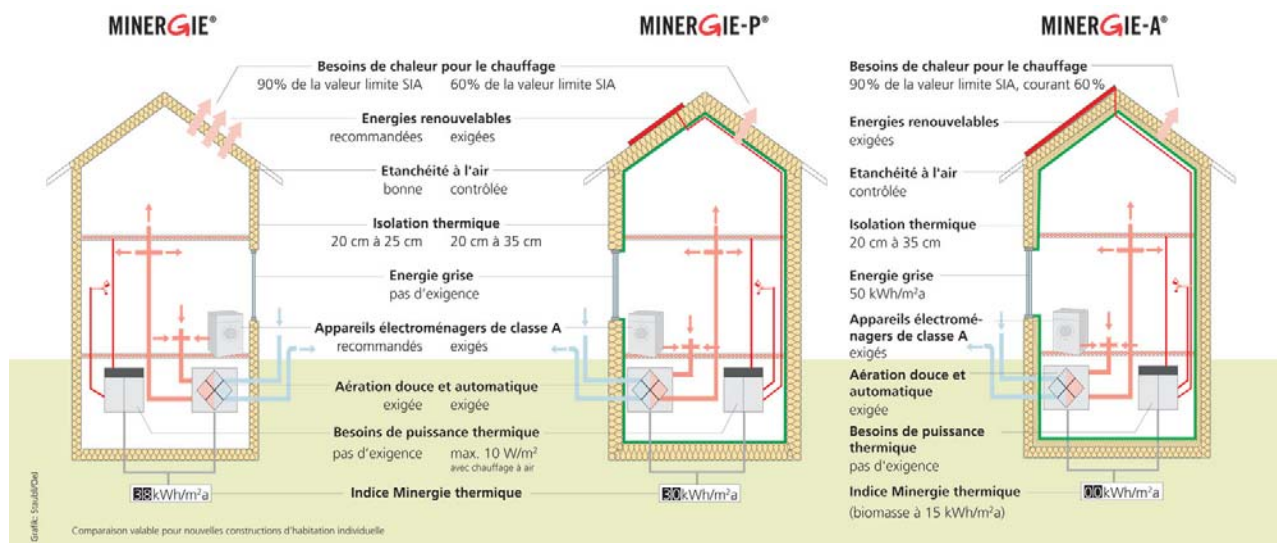
Minergie, un segell de eficiència energètica que en 15anys a arribat a demanar com la cosa mes normal del mon que els edificis produeixin la energia que necessiten per funcionar. Que siguin autosuficients.

Aquest requeriment que no es il·lusionaria i es factible s'ha assolit amb molt poc temps i es exemplar de la capacitat de evolucionar radicalment

cap a l'eficiència energètica de manera clara, amb el recolzament de la societat política i econòmica. Arribar al consum zero es una meta important i que ha de servir com a referent als altres països veïns.

Al capítol 4 d'aquesta tesi s'expliquen alguns exemples concrets construïts i s'analitzen els resultats on es demostra el bon funcionament d'aquests edificis als quals s'apliquen aquets criteris d'eficiència energètica i de salut dels edificis tant en obra nova com en rehabilitació, i tant per ús residencial com terciari.

En canvi, el govern del qual depèn el nostre Pirineu no està ni de bon tros en la mateixa línia ni ambició d'eficiència energètica. Per aquesta raó és més difícil difondre o fer extensible aquests principis d'eficiència, encara que beneficia a l'usuari final i al seu confort sense comprometre la seva economia ni benestar. Tot i així, amb aquest document i sobretot amb el capítol 3 d'aquesta tesi demostrarem i encoratgem a que les intervencions en els edificis s'enfoquin clarament cap a una millora substancial de l'eficiència energètica.



F.236 imatge gràfica representativa dels 3 nivells de eficiència energètica del segell Minergie. Des del primitiu que des del 2009 es normatiu fins al últim que te un any Minergie-A que ja conta amb 16 edificis certificats. En total a Suïssa que es un país no gaire mes gran que Catalunya des del 2005 any del inici del estàndard s'han etiquetat 25.000 edificis.

2.3.- L'Aigua

A les zones de muntanya l'aigua s'utilitza bàsicament per a ús domèstic o de boca o per a ús ramader o pel reg del sector agrícola.

Lligat al creixement desmesurat d'algunes poblacions o urbanitzacions annexes també s'han desenvolupat, en alguns casos, unes infraestructures importants per captar l'aigua, clorar-la o potabilitzar-la i tractar-ne les aigües utilitzades.

Fins fa poc temps, molts petits nuclis tenien captacions pròpies poc controlades i sense cap sistema de tractament que no generava massa problemes a la població autòctona i regular.

L'augment de les exigències socials ha demanat clorar totes les aigües i indicar a moltes fonts naturals de gran qualitat que aquella aigua no està tractada sanitàriament per eludir qualsevol responsabilitat a les autoritats responsables de la salut de les aigües de boca.

Els sistemes de tractament d'aigües, degut a la poca gestió del cicle de l'aigua són grans indústries que intenten separar allò que els usuaris han barrejat o embrutat. Amb una millor gestió i previsió del cicle de l'aigua, moltes d'aquestes instal·lacions podrien ser més senzilles. I algunes s'han dimensionat per unes previsions de creixement urbà que mai s'assoliran o que, tot i estar construïdes, com que estan desocupades, no tenen ús.

En les captacions d'aigua s'han fet obres exagerades per garantir abastiment d'aigua en pobles dispersos amb grans obres civils de bombejos o altres, cars de construcció i molt cars de manteniment i ús quan amb una gestió de recollida d'aigües pluvials o amb una selecció de quin tipus d'aigua es destina a cada ús hauria estat suficient i no hauria calgut fer obres desmesurades. La tradició en aquests llocs, ja havia desenvolupat sistemes de recollida d'aigua de la pluja de les cobertes que s'emmagatzemava en cisternes condicionades per aquest ús i garantia una reserva d'aigua per les persones però sobretot pels animals.

El reg, per una part, ha seguit conservant una part de la xarxa de canals existents aprofitant la pendent dels rius i del terreny però, per altra part, s'han instal·lat també sistemes de reg per bombeig que necessiten molta energia per funcionar, tot i que, al Pirineu, degut a la pendent del terreny i les extensions més reduïdes, aquestes pràctiques han estat molt menys utilitzades que a les planes més agrícoles.

L'aigua s'aprofita en altres estats, com la neu, que abans era un impediment i destorb per la vida a la muntanya, ara s'ha convertit en un gran atractiu i motor econòmic de les regions de muntanya, com més neu tenen millor temporada és.

3-OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION DE RESSOURCES

3.1 Relation avec le lieu

On a pu constater que traditionnellement la construction avait été très attentive au lieu, à son entourage et aux particularités locales. Du point de vue énergétique, les caractéristiques locales ou microclimatiques des lieux sont d'un fort impact sur le résultat de consommation énergétique pour arriver à satisfaire le même besoin ou finalité du bâtiment. Pour telles raisons au moment de concevoir ou faire des choix pour un bâtiment il est primordial d'avoir une notion globale et large de la situation et de l'environnement du bâtiment dans l'espace physique mais aussi dans le temps, et de l'évolution climatique local au long de toute l'année. Dans ce chapitre nous étudierons l'impact des différents paramètres de localisation d'un site, aussi bien l'altitude, l'orientation, la topographie ou inclinaison de la surface du sol par rapport à la direction solaire, et aussi la géométrie et le volume urbain bâti comme une topographie existante créé par l'homme et qui va agir fortement sur les conditions microclimatiques finales.

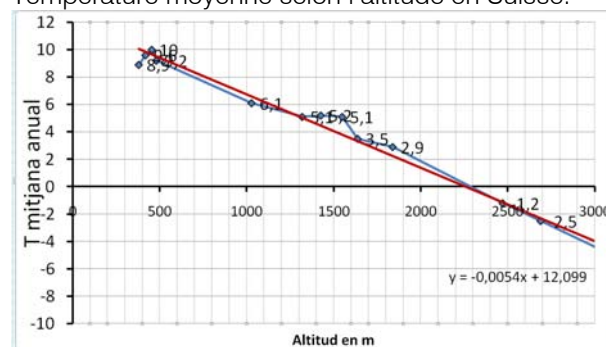
3.1.1 Altitude

La relation physique entre l'altitude et la température de l'air est généralement linéaire et aura un impact direct sur le besoin d'énergie pour le chauffage dans les régions de montagne.

Plus l'altitude augmente, plus le climat est froid en moyenne annuelle et plus le besoin d'énergie pour atteindre le confort à l'intérieur des bâtiments au long de toute l'année est important.

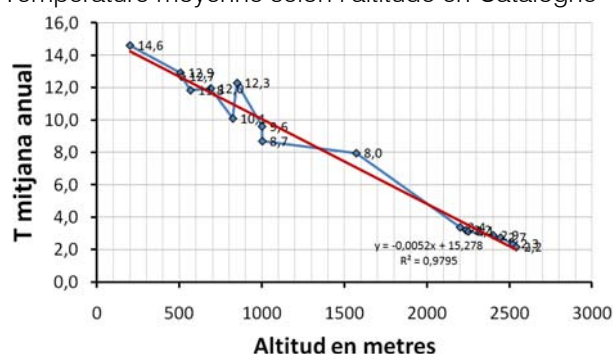
Les graphiques F.237 et F.238 montrent que la température devient plus basse à mesure que l'on monte en altitude, et la progression est presque linéaire en termes générales si l'on ne tient pas en compte les microclimats locaux qui font varier notablement les valeurs finales endroit par endroit. Cette progression linéaire de la température selon la hauteur est liée à des raisons physiques sur la densité de l'air et de sa pression atmosphérique qui le comprime ou le laisse s'expanser.

Température moyenne selon l'altitude en Suisse.



F.237 Graphique qui représente l'évolution de la température moyenne annuelle en Suisse selon l'altitude. Elaboration de l'auteur.

Température moyenne selon l'altitude en Catalogne



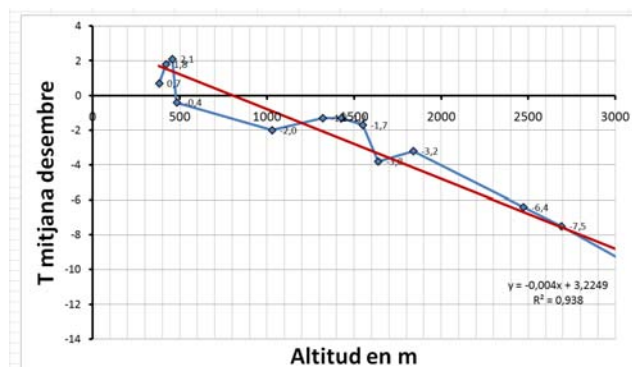
F.238 Graphique qui représente l'évolution de la température moyenne annuelle en Catalogne à différents endroits à différentes hauteurs. Ligne de tendance : $y = -0,0052x + 15,278$

Si l'on compare la pente du graphique de la Suisse avec celui de Catalogne on voit presque la même pente. Cela montre que la température évolue selon le même facteur d'altitude aussi bien dans les Pyrénées que dans les Alpes. Il y a néanmoins une petite différence : la moyenne annuelle à la même altitude dans les Pyrénées est d'environ 3°C de plus. Cet effet peut-être attribué à la latitude, le climat est plus froid plus près du pôle nord.

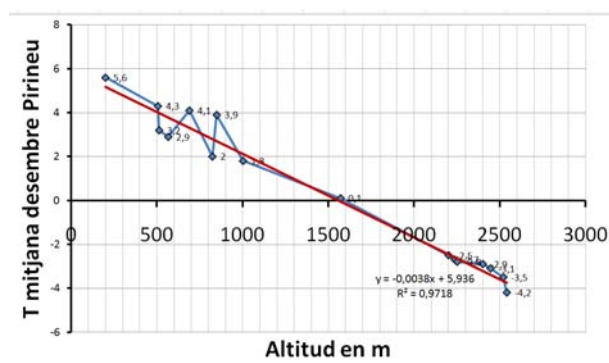
Sur ce graphique on observe que la température descend d'environ 5°C chaque fois qu'on monte de 1000 mètres soit 1°C chaque 200 mètres. Si dans les Pyrénées on a une moyenne annuelle de 3°C de plus, cela signifie qu'un endroit dans les Pyrénées correspond dans les Alpes à un endroit 600 mètres plus bas en altitude.

Si l'on fait les mêmes graphiques sans les valeurs moyennes annuelles mais avec les moyennes du mois de décembre, les écarts entre les Pyrénées et les Alpes sont plus petits, de 2,5°C au lieu de 3°C. En décembre les différents points de chaque endroit étudiés sont plus éloignés de la ligne de tendance, il y a plus de dispersion et l'on estime qu'en hiver les microclimats locaux sont plus sensibles et plus importants à prendre en compte qu'en été. Probablement pour expliquer la différence entre les

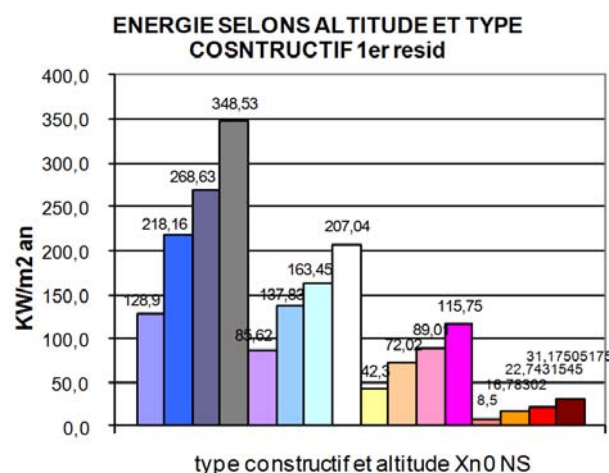
endroits bien ensoleillés ou ombragés, les effets d'ombre entre montagnes ou bâtiments, les inversions thermiques ou d'autres situations locales qui influencent le résultat final.



F.239 Graphique qui représente l'évolution de la température moyenne pendant le mois de décembre en Suisse selon l'altitude. ($Y = -0,004x + 3,2249$).



F.240 Graphique qui représente l'évolution de la température moyenne pendant le mois de décembre dans les Pyrénées Catalans selon l'altitude. ($Y = 0.0038x + 5.93$)
Elaboration de l'auteur.



F.241 Dans le graphique on exprime quantitativement la consommation d'énergie pour le chauffage d'un logement type mitoyen (Xn0 NS model urbain dense mitoyen plat et orienté nord-sud) selon le type constructif et l'altitude.

On a calculé la consommation d'énergie à 1000 mètres, altitude du lieu de simulation de toutes les

études de ce document, et on a refait le calcul à 1500 mètres, 2000 mètres et 2500 mètres.

L'augmentation des besoins en énergie est très forte quand l'altitude augmente.

On a pris des données de différents points à différentes altitudes.

Plus précisément on présente des graphiques de l'Institut Metereològic de Catalunya avec des températures moyennes selon le mois et l'altitude du point de mesure pour constater la tendance.

Cette diminution de la température selon l'altitude, correspond à une augmentation du chauffage à raison de 1.5 jour par mois de chauffage par chaque 500 mètres d'altitude environ. On peut comparer cette caractéristique aux degrés jour qu'on explique au début du chapitre 4.

On verra dans les prochains chapitres que cette donnée des jours de besoin de chauffage changera en fonction de la performance énergétique du bâtiment et de son niveau d'économie d'énergie.

Nous définissons ΔT (différence de température) ou différence de température moyenne entre l'intérieur du bâtiment et la température moyenne extérieure pendant tout le temps prévue de chauffage.

A 1000 mètres on estime une période de chauffage de 6 mois, et un ΔT intérieur – extérieur de 14°C. A 1500 mètres on estime 7.5 mois de chauffage et un ΔT intérieur – extérieur de 16.5°C.

A 2000 mètres, 9 mois de chauffage et un ΔT intérieur – extérieur de 19°C.

A 2500 mètres, 10.5 mois de chauffage et un ΔT intérieur – extérieur de 23°C.

Dans le premier point du chapitre 4 on utilise les degrés jour, comme unité pour exprimer cette relation entre la température et le besoin de chauffage selon l'altitude des différents endroits des bâtiments étudiés.

Même si la température change linéairement avec l'altitude, pour un moment précis, si on prend toute l'année, le besoin d'énergie de chauffage ou les degrés jours augmentent plus fort avec l'altitude donc les jours de besoin de chauffage sont plus nombreux avec des températures plus froides.

Les résultats des tests avec les différents systèmes constructifs montrent une augmentation de la consommation d'environ du double si on passe de 1000 à 2000 mètres d'altitude.

Les types de construction analysés dans le graphique sont au nombre de quatre:

Standard Minergie / CTE HE 2010 / conventionnel / sans isolation.

Mais néanmoins, la consommation du modèle Minergie à 2500 mètres reste plus économique que le modèle CTE-HE à 1000 mètres. En effet le modèle Minergie a un niveau d'isolation qui est plus du double que celui de CTE-HE.

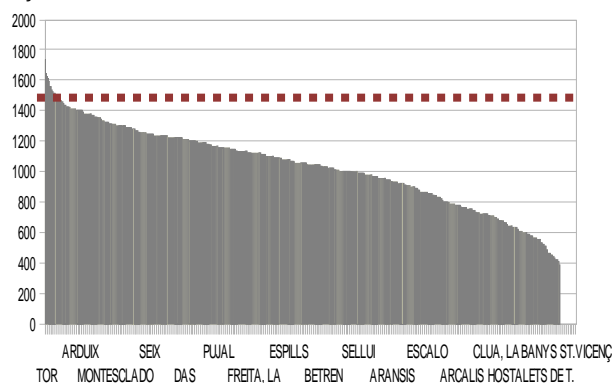
Cette relation peut indiquer un besoin d'exiger une meilleure performance constructive et surtout d'isolation, proportionnellement à l'altitude du site du bâtiment.

Il serait nécessaire de d'augmenter le niveau d'isolation requis par le CTE-HE de la région climatique E1 à 1500 mètres et plus. Le CTE-HE termine sa catégorie climatique à 800-1000m et à plus de 1000 mètres tous les bâtiments appartiennent à la même zone climatique.

Même si le pourcentage des bâtiments qui se construisent en Espagne à plus de 1000 mètres d'altitude est faible, il est intéressant de faire cette remarque.

Dans cette étude on estime la radiation reçue par le bâtiment égale dans tous les cas, même si normalement à une plus haute altitude l'exposition solaire peut être plus grande.

Graphique de l'altitude de 307 villages dans les Pyrénées



F.242 Graphique extrait du chapitre 1.2 de ce document justifie la position des 307 villages existants dans la région de Val d'Aran, Pallars Jussà, et Pallars Sobirà des Pyrénées Catalans. Les 307 villages sont situés entre 600 et 1400 mètres, à l'exception de 3 qui dépassent les 1500 mètres. On voit un climat plus rigoureux et avec des neiges plus durables à plus de 1500 mètres, raison pour laquelle autrefois les gens descendaient au-dessous de 1500 mètres pour passer l'hiver.

La même situation se répète dans les Alpes suisses aussi dans la même tranche d'altitude.

(Source, Pla director de l'Alp Pirineu i Aran)

Nous déconseillons d'habiter toute l'année à plus de 1500 mètres et pour y construire des bâtiments il faut s'approcher d'une construction de type

Minergie P ou prendre bien en compte l'isolation et isoler d'avantage que la norme. Aussi il faut maximiser les captations solaires directes avec des vitrages peu émissifs. Dans ces régions, les problèmes de surchauffe sont presque négligeables ou facilement métrisables avec une ventilation double flux naturelle ou des protections solaires simples.

C'est le cas types des refuges de montagne, type de bâtiment que l'on verra dans les exemples du chapitre 4.

Le coût d'entretien et d'utilisation est direct selon le graphique F.241. Il faut juste multiplier par la surface du bâtiment en m² et par le prix de l'énergie, d'environ 0,1€ le kWh (valeur année 2009).

A titre d'exemple, un bâtiment CTE-HE à 1000 mètres d'environ 200 m² dans ces conditions décrites avant et de situation urbaine, peut consommer environ 1000€ de chauffage, et à 2000 mètres, sa consommation arriverait à 2000€. Ce qui veut dire qu'utiliser un bâtiment pareillement construit à 1000 mètres ou 2000 mètres peut coûter le double, aussi bien au niveau énergétique qu'économique.

Le même bâtiment de 200m² minergie à 2000 mètres consommerait 450€ (Moins de 25% de celui qui est CTE-HE)

Plus loin dans ce document on expliquera avec plus de détails l'impact de l'épaisseur d'isolant sur la consommation finale d'énergie et les épaisseurs idéales.

Sur la photo de la montagne de la page suivante on peut voir le niveau de la neige plus reculé du côté sud, plus ensoleillé et du côté où les villages se sont installés. Côté nord le niveau de la neige est plus bas, les conditions microclimatiques locales influencent sur la vitesse de fonte des neiges. La neige nous sert d'indicateur très précis sur la température.

Effectuer une vie normale dans la montagne à plus de 1500 mètres est difficile : les potagers ont des difficultés pour pousser et ne peuvent subvenir entièrement au besoin des habitants. En hiver la neige présente pendant une longue période empêche l'activité humaine et une vie autonome locale.



F.243 Vall d'Assua Pallars Sobirà

Avec cette photo nous souhaitons montrer l'évolution du paysage avec l'altitude. La végétation, très sensible aux changements climatiques, est très changeante selon les tranches d'altitude. En bas il y a des champs pour les cultures, plus en hauteur des forêts et au dernier échelon il n'y a que des prairies. Le niveau de la neige est indicateur encore plus sensible de la température locale et du microclimat. Le vent est aussi présent : on voit dans la crête de la montagne la ligne de neige que le vent du nord a déposé côté sud par dépression, et qui nous indique que le côté sud en plus d'être plus ensoleillé est aussi protégé du vent. *Image de l'auteur. Vall d'Assua Pallars Sobirà..*

3.1.2 Orientation et topographie

Influence de la topographie dans le potentiel de captation solaire.

On a observé clairement dans les chapitres précédents d'étude de la construction traditionnelle que la grande majorité des villages situés dans la montagne et d'une origine antérieure à la révolution industrielle et énergétique du début du XXème siècle, se situent dans des territoires avec une pente vers le sud ou avec de légères déviations vers l'est ou l'ouest.

Vu que ce phénomène se répète aussi bien dans les Alpes que dans les Pyrénées, on va quantifier à quel point la radiation solaire touche plus ou moins les façades sud, celles qui sont plus ouvertes et exposées au soleil d'hiver et le changement quantitatif selon la topographie.

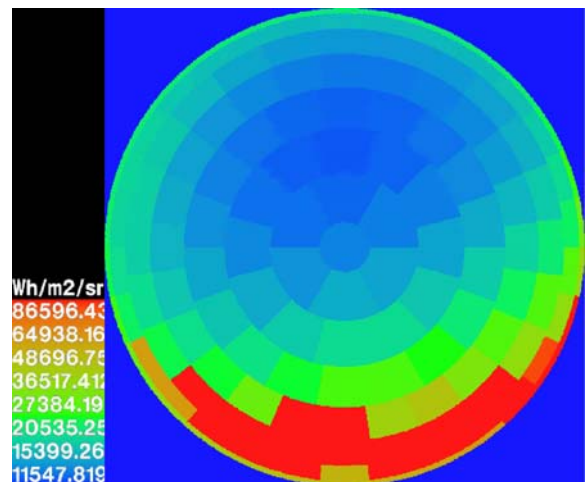
Avec l'utilisation des logiciels de simulation évolutive RadView et avec des ciels cumulatifs extraits de Meteonorm avec une collaboration avec le LESO (Laboratoire d'Energie Solaire de l'EPFL Ecole Polytechnique de Lausanne) et Jérôme KÄMPF on calcule et évalue l'impact quantitatif de radiation solaire totale (directe et diffuse et aussi réfléchi sur les bâtiments) du modèle, sur différents modèles urbains avec des pentes différentes. Avec ces modèles on peut tester l'influence de la topographie dans l'incidence de la radiation sur la surface du modèle, et on prend en compte la forme et texture du modèle urbain voisinant.

On développe des topographies perfectionnistes qui cherchent à maximiser la captation solaire de façon à minimiser les ombres du volume en lui-même et maximiser la surface de captation et profiter des reflets du même modèle.



F.244 Image de la maquette du modèle idéaliste de topographie optimal pour maximiser la surface de captation solaire développée au LESO.

On profite des performances évolutives et du potentiel du logiciel RadView développé par le physicien Jérôme KÄMPF au LESO pour quantifier l'énergie que reçoit un modèle qui représente la forme urbaine typique d'un village.



F.245 Image du modèle de la radiation du ciel pour les études de radiation solaire en hiver. L'image du ciel cumulatif est l'image de la radiation solaire totale qui arrive des différents points de la voûte céleste pendant une période déterminée d'étude. La base pour créer ce modèle est le logiciel Meteonorm.

Le modèle urbain choisi reflète la typologie principale de village ancien dans les montagnes

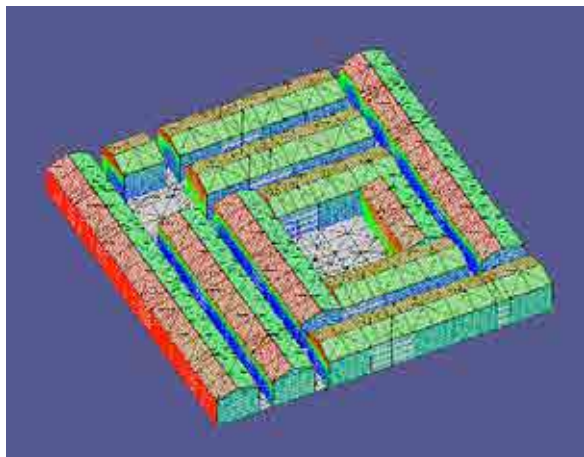
avec une partie centrale dense, des ruelles perpendiculaires et un espace vide qui est une place.

De cette façon on peut tester le comportement différent d'un bâtiment avec l'influence des voisins et dans différents endroits de la forme urbaine.

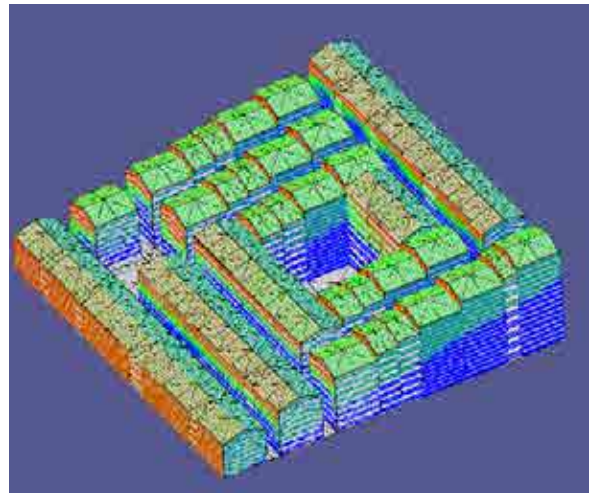
Les cas d'étude qu'on a évalués sont faits avec le même modèle urbain similaire à une abstraction de la majorité des villages avec des rues étroites et des places centrales. L'étude a analysé la radiation solaire qui arrive directement ou indirectement sur des multiples points de la façade des rues étroites qui regardent vers le sud en hiver. Les trois cas d'étude sont faits avec le même modèle, un bâtiment mitoyen de 12 mètres de long, 6 de large et 9 mètres de hauteur, un toit à deux pentes à 30%, avec une pente différente du terrain vers le sud.

Les différents essais sont:

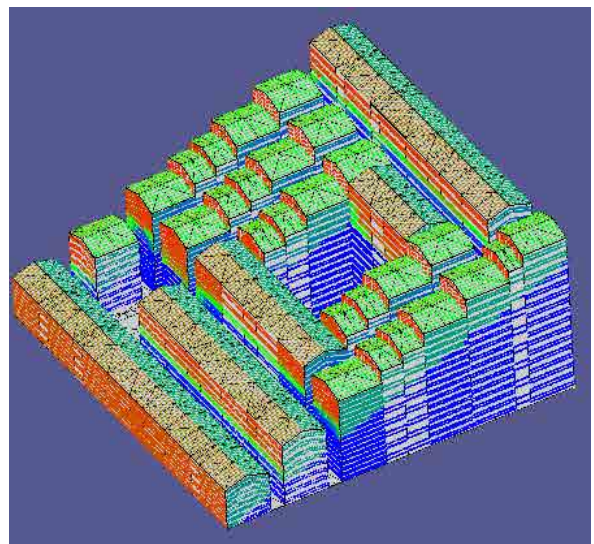
Avec le modèle plat sans pente, avec 20% de pente et avec 40% de pente du terrain, tous par une journée d'hiver.



F.246 Image du modèlee RadView plat, sans pente. Les couleurs indiquent en rouge les points les plus rayonnés, en vert les moins rayonnés et en bleu sans presque aucun rayonnement solaire.

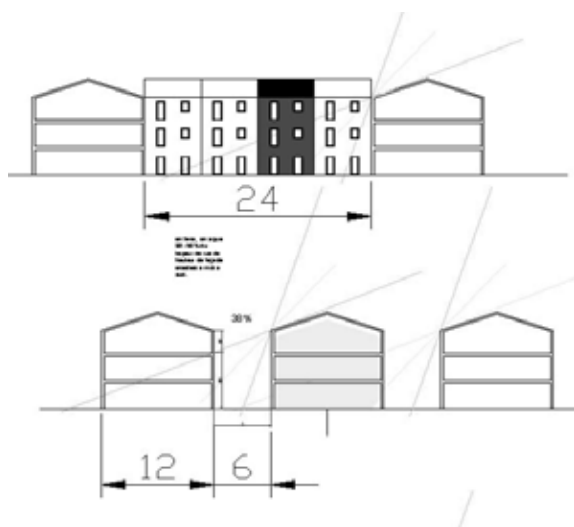


F.247 Image du modèlee RadView avec un terrain de 20% de pente.



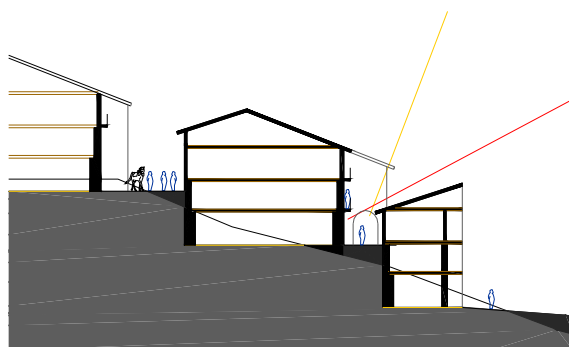
F.248 Image du modèlee RadView avec un terrain du 40% de pente testé.

On aperçoit une franche de points rouge à la part supérieure et centrale des façades qui regardent vers le sud et nous indique qu'il y a une bonne dose de soleil qui chauffe ces façades pendant les jours ensoleillés d'hiver, contrairement au premier modèle plat, où seule la première rangée de maison profite d'un bon rayonnement solaire sur la façade sud.



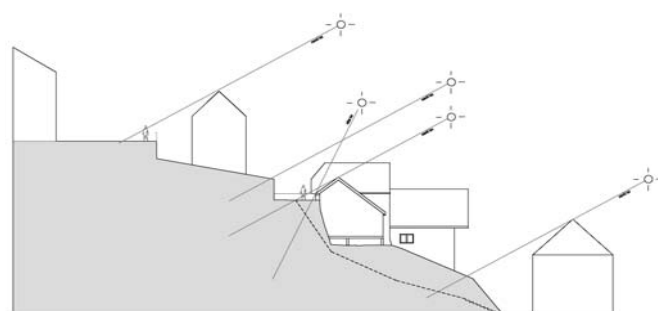
F.249 Coupe du modèle plat avec des rues de 6 mètres et bâtiments de 9 mètres de hauteur et 12 mètres de profondeur avec des toits inclinés vers les rues et avec une pente de 30%.

Le fait de rajouter de la pente au modèle provoque un échelonnement des bâtiments qui dégage de plus en plus la vue, le ciel et aussi le parcours du soleil en permettant l'incidence de la radiation à la façade sud étudiée, mais à la fois le tissu urbain devient compliqué pour pouvoir mettre en relation la communication et les mouvements de haut en bas, où la pente sera considérable.



F.250 Image de la coupe du village d'Estavill (Pallars Jussà) à 1100 mètres d'altitude. C'est une coupe représentative qui pourrait être de n'importe quel autre village de la région. Cette situation dans la pente du village, normalement dans des territoires rocheux, offre un

bon terrain pour installer les fondations des bâtiments, avoir des pierres comme matière première, et à la fois sans réduire l'espace des terrains agricoles. Normalement les villages sont dehors des espaces à cultiver, un peu à l'inverse de ce qui se passe de nos jours où les terrains à bâtir, pour la facilité topographique, sont ceux qui sont plats et les surfaces agricoles se réduisent ou disparaissent, elles sont pourtant le moteur et clé de l'autonomie alimentaire et à la fois économique. .



F.251 coupe du Village de Vilamós, Vall d'Aran

La coupe d'un autre village, Vilamós à la Vall d'Aran, nous donne un exemple de plus de la position des bâtiments échelonnés vers le soleil. Dans ce cas là, la ruelle centrale est même ensoleillée pendant les jours d'hiver et on peut garantir que la neige fondra vite et supprimera le danger du gel pour les voisins.

Plus la pente est forte plus le dégagement est important et plus il y a de radiation solaire qui arrive sur la façade étudiée, la façade sud dans les ruelles. Cet échelonnement a aussi comme conséquence une disparition partielle de la façade nord exposée au froid et au vent. Si elle devient enterrée comme dans les cas typiques de bâtiments traditionnels sans isolation, cette diminution de la façade nord exposée représente aussi une diminution des pertes par radiation du bâtiment, même si on n'étudie pas ce phénomène dans ce cas.

Au niveau urbain cela entraîne que les rues relativement étroites deviennent bien lumineuses et que les façades sud en plus ont majoritairement des belles vues vers le paysage. Ce sera donc un endroit idéal pour placer de belles fenêtres.

L'étude indique que la radiation qui arrive sur la façade sud du modèle plat est la moitié de celle qui arrive au modèle avec 20% de pente. A la fois ce modèle avec un 40% de pente triple l'énergie qui lui arrive par rapport au modèle plat.

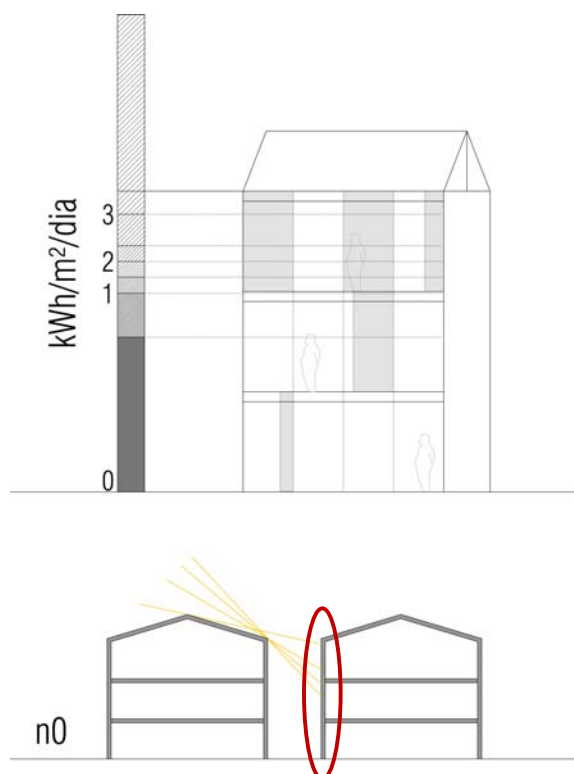
Radiation solaire façade sud modèle **plat** 1

Radiation solaire façade sud modèle **20%** 2

Radiation solaire façade sud modèle **40%** 3

Résumé des facteurs de grandeur de la radiation solaire sur la façade sud des ruelles selon la topographie qui varie de 1 à 3.

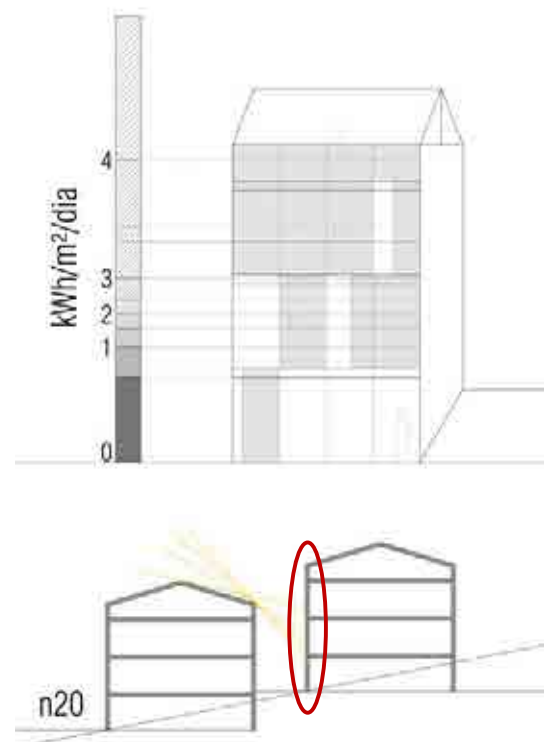
Ce résultat est obtenu en additionnant la radiation solaire qui arrive sur chaque point de la façade selon le modèle. Les parties hautes reçoivent plus de radiation que les basses comme on verra dans les graphiques suivants.



F.252 Le premier modèle testé, à **plat**, la façade sud du modèle de logement dans la ruelle reçoit en moyenne **1 kWh/jour/m²**.

On voit au graphique que le niveau de rue plus le premier étage ne reçoivent presque pas d'énergie solaire. Ce n'est que le deuxième étage qui reçoit entre 1 et 3 kWh/m² par jour.

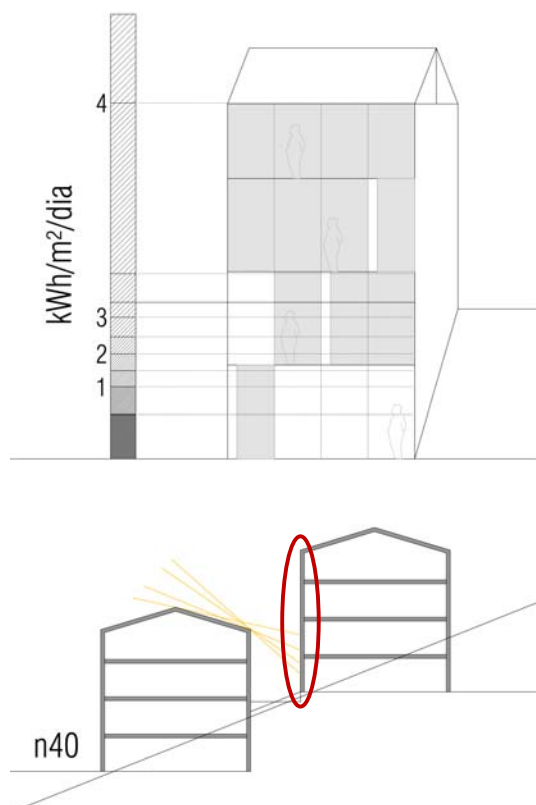
La façade graphique : plus la surface par étage est grise plus de radiation reçoit, et plus elle a des zones blanches moins de radiation elle reçoit.



F.253 Le deuxième modèle testé, avec une pente du terrain de **20%**, la façade sud du modèle de logement dans la ruelle reçoit en moyenne **2 kWh.jour/m²**. C'est déjà le double du modèle plat.

Dans ce cas c'est seulement le rez-de-chaussée qui reçoit moins de 1 kWh.m² par jour. Le premier étage reçoit de 1 au 3 kWh.m² jour en moyenne.

Le deuxième étage et la petite partie de façade sous toit reçoit un rayonnement qui est le maximum qu'il peut recevoir, donc il n'a pas d'obstacle qui puissent lui cacher le soleil d'hiver.



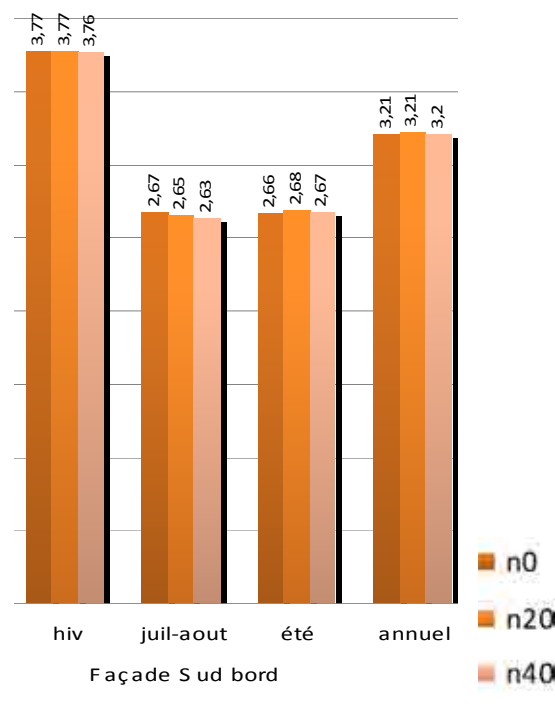
F254 Le dernier modèle testé, avec une pente du terrain de **40%**, la façade sud du modèle de logement dans la ruelle reçoit en moyenne **3 kWh.jour/m²**. C'est trois fois le modèle plat.

Les images représentent un graphique en gris, des pourcentages, des vitres qui sont touchées par la radiation solaire. On aperçoit qu'à n40 les deux derniers étages sont ensoleillés au maximum, le deuxième en bonne partie. Dans ce modèle il n'y a que le niveau de rez-de-chaussée qui est touché par l'ombre du bâtiment de devant. Normalement le niveau de la rue n'était pas utilisé comme logement sinon comme étable ou entrepôt. Cela veut dire que dans cette topographie toute la partie habitable de la maison profitait d'une façade sud complètement ensoleillée pendant l'hiver sans presque aucune obstruction solaire, et avec une façade nord plus petite de moitié que la surface de la façade sud.

Ce n'est pas par hasard que la plupart des villages de montagne aussi bien dans les Pyrénées que dans les Alpes et que dans d'autres régions se

trouvent sur des pentes orientées vers le sud, exposées au soleil et protégées du vent du nord.

Radiation solaire sur la façade sud sans obstruction solaire en kWh par m² par jour



F.255 Graphique de la façade sud sans obstruction solaire avec les valeurs de rayonnement solaire en kWh.jour /m² selon la saison ou le période étudié. Chaque barre représente un modèle de pente. Cette fois les 3 sont égales donc l'exemple est le modèle urbain pris au bord où il n'y a pas d'obstruction solaire par les voisins.

Mais le plus important c'est que l'énergie qui tape sur la façade sud est plus importante en hiver qu'en été, même si pendant l'été la journée est plus longue et qu'il y a plus d'heures de soleil mais qu'il ne tape pas directement sur la façade sud.

Cette appréciation fine n'est pas intuitive : c'est seulement après des calculs et des simulations qu'on peut avoir des données de ce type là. C'est la seule surface du bâtiment qui est dans cette situation. Elle reçoit plus d'énergie par jour en hiver qu'en été. Toutes les autres reçoivent plus de radiation en été qu'en hiver.

C'est justement à cause de ce phénomène que la façade sud est la surface idéale pour placer les panneaux solaires thermiques pour chauffer l'eau. Il n'y a pas de surchauffe en été et il y a un très bon apport d'énergie en hiver.

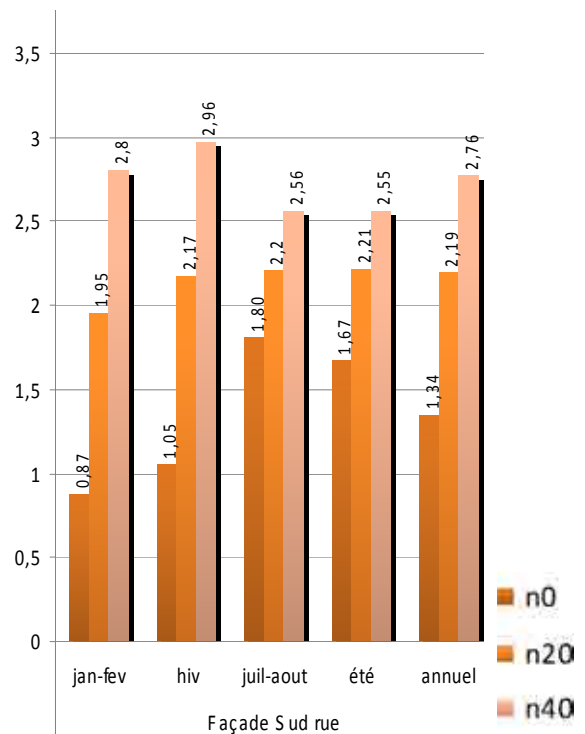


F.256 Image de panneaux solaires thermiques verticaux placés dans une façade sud à Lleida.



F.257 Image de panneaux solaires thermiques placés dans une façade sud pour ne pas avoir de surchauffes en été et un bon rendement en hiver. Deux images de bâtiments construits par l'auteur à Lleida.

Radiation solaire sur la façade sud côté rue selon la pente du modèle en kWh par m² par jour



F.258 Ce graphique est similaire au précédent mais pris à une façade intérieure dans la ruelle. Ici il existe un grand écart selon la pente du modèle. (n0 c'est pente 0, plat, n20 pente du 20%, n40 pente du 40%) en hiver le modèle à 20% de pente reçoit le double de radiation solaire que le modèle plat, dans celui à 40% de pente la façade sud reçoit 3 fois plus que le modèle plat.

C'est un graphique qui résume les différents schémas en coupe antérieures avec les résultats dans la même façade au long de tout l'année.

Le potentiel de captation solaire dans différents endroits du modèle urbain.

A partir du modèle urbain qu'on a simulé et étudié, on peut tirer des résultats pour quantifier l'énergie qui arrive selon l'orientation, la position dans le modèle et l'époque de l'année.

L'étude a été faite séparément pour 5 scénarios différents :

Les mois de janvier et février, les 6 mois froids, les 6 mois chauds, le mois de juillet et août et annuellement.

Avec ses différents scénarios on peut établir une comparaison et aussi avoir une sorte d'atlas solaires selon le modèle ou le cas d'étude et connaître ce qui se passe dans les autres façades que la sud et dans les toits.

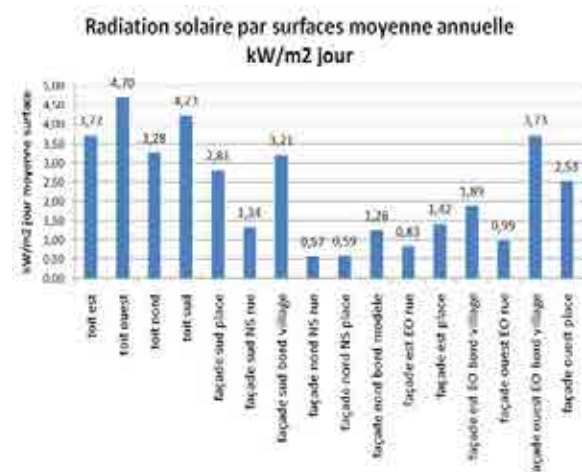
Les données de base viennent de meteonorm avec la localisation précise de la région des Pyrénées Catalans.

Avec la simulation du modèle on obtient les résultats de la radiation qui arrive dans chaque point de toutes les façades et toits, et pas seulement pour les façades sud. De cette façon on peut extraire plus d'information de cette étude.

On utilise le modèle urbain pour extraire des graphiques qui représentent l'énergie solaire moyenne de toute la façade qui arrive pendant une période déterminée et dans un endroit déterminé du modèle.

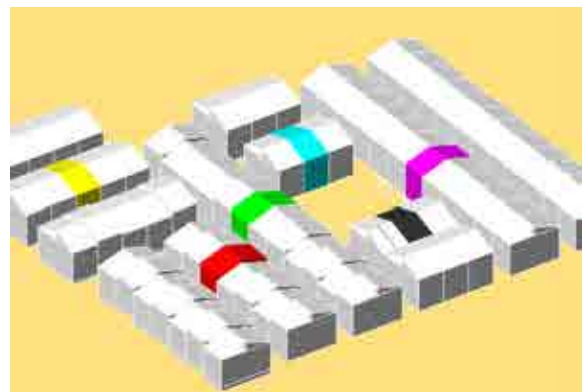
Dans le graphique précédent on étudie la quantité d'énergie qui arrive à la surface des façades sud. Si on ne fait rien de spécial, l'énergie chauffera un peu le mur extérieur et après s'il n'existe pas un système de captation solaire d'accumulation, la nuit d'hiver va refroidir ce que le soleil a chauffé pendant la journée.

Mais si on connaît les valeurs on peut faire des calculs et on peut envisager l'installation de systèmes de captations solaire active ou passive pour compléter les besoins d'énergie du bâtiment avec les apports qui arrivent de toute façon sur l'enveloppe du bâtiment et dans un cas normal dont on ne profite pas.



F.259 Graphique qui exprime la radiation moyenne par jour qui arrive sur les surfaces des bâtiments en moyenne annuelle.

Ces données seront utilisées pour calculer par exemple, les bilans thermiques selon les apports solaires des ouvertures et selon ses orientations. On fera des bilans thermiques concrets des fenêtres selon l'orientation de la fenêtre et ses obstructions solaires et le niveau d'isolation des vitres, mais aussi on peut évaluer le bilan énergétique des fenêtres, si au long de la journée on capte plus d'énergie qu'il ne s'en échappe ou l'inverse.



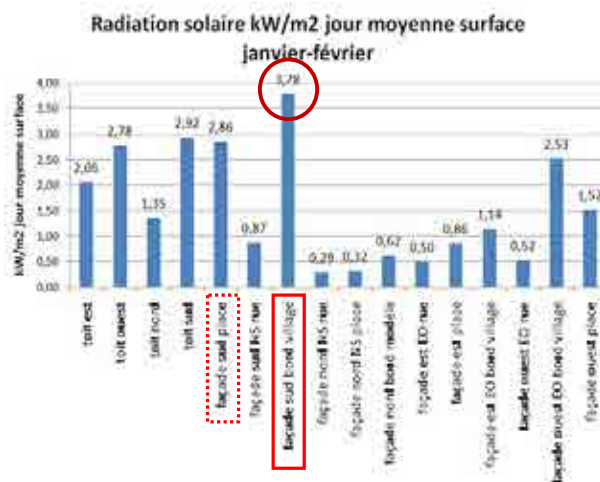
F.260 Image du modèle urbain testé avec les ruelles, la place centrale et les différents bâtiments analysés.

Le modèle urbain répond à une forme abstraite typique d'un village, avec des ruelles et des places. Les positions étudiées sont 3 différentes :

Bord du modèle, où il n'y a pas d'obstruction solaire pour les voisins

Place, bâtiment qui regarde la place et il n'a pas beaucoup d'obstruction pour les voisins

Rue, bâtiment dans les ruelles de 6 mètres de largeur et 9 mètres de hauteur des façades.



F.261 Graphique qui exprime la radiation moyenne par jour qui arrive sur les surfaces des bâtiments, moyenne pendant les mois de janvier et février et sur un terrain plat.

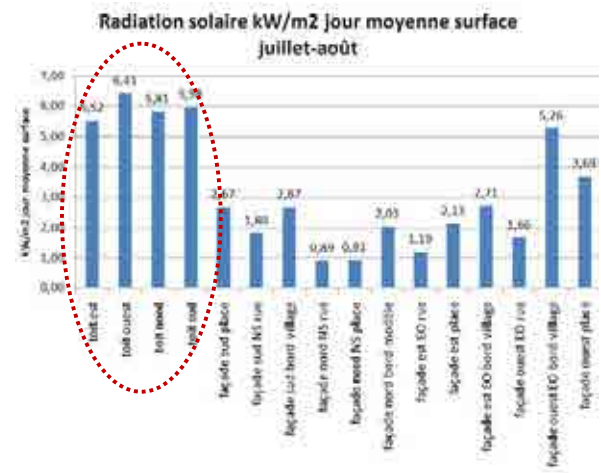
La façade qui reçoit le plus de radiation solaire en hiver est la façade sud verticale au début du modèle sans obstructions, suivie avec la même valeur par la façade sud verticale vers la place et la toiture vers le sud. La toiture ouest n'est pas loin de la façade sud. La façade ouest verticale sans obstructions a aussi des valeurs proches.

Ce modèle de ciel tient vraiment en compte les brumes matinales et donne un poids presque trop important à la radiation qui vient de l'ouest. Lors d'une journée bien ensoleillée la quantité de rayonnement qui arrive de l'est et de l'ouest est la même. Ce modèle simule un ciel moyen de la période hivernale prenant en compte dans la moyenne des jours ou heures où le soleil est caché par les nuages ou les brumes.

C'est important de remarquer qu'en hiver la surface du modèle la plus irradiée est la façade sud. Il sera

intéressant au moment de choisir où nous voulons installer des systèmes de captation solaire pour l'hiver, l'époque de l'année à laquelle on a le plus besoin d'énergie.

Pour les autres façades et même la façade sud, dans les ruelles la radiation descend presque de 80%.



F.262 Graphique qui exprime la radiation moyenne par jour qui arrive sur les surfaces des bâtiments, moyenne juillet août.

On voit clairement que les surfaces du modèle qui reçoivent le plus de radiation en été sont les toits, avec des valeurs d'environ 6kWh/m². Suivi de près par la façade ouest, si elle est dégagée des obstructions solaires.

Pendant l'été, il faudra être attentif au traitement des toits pour empêcher que la chaleur du soleil rentre dans le bâtiment. Dans ce cas, une toiture ventilée est toujours conseillée. Même les toitures dans les endroits de montagne en ardoise. Ce sont des endroits habituellement frais mais en été les toits fonceés peuvent arriver à des températures radiantes de surface proches de 90°C.

L'architecture traditionnelle méditerranéenne avait développé pour l'été des doubles toits, (toiture à la catalane) en céramique avec des petites pentes pour évacuer l'eau de pluie. Le double toit avec une chambre d'air ventilé d'environ 40cm de hauteur faisait cet effet de toit ventilé et pouvait éliminer une

bonne partie de la chaleur radiante directe du soleil. En plus ces toits étaient l'endroit idéal pour étendre et sécher le linge qui était indirectement une autre couche de protection solaire.



F.263 Image d'un des ces trous de ventilation du double toit à la catalane. Image actuelle d'un bâtiment de l'avenue Grand Via Corts Catalanes de Barcelone.

Aujourd'hui les toits plats se font encore mais ils sont souvent mal isolés et sans la double toiture. Cela rend les espaces en sous-toit très très chaud en fin d'après midi en été.

La façade sud qui recevait le plus de radiation solaire en hiver, reçoit moins d'énergie en été que même si les heures d'ensoleillement y sont plus nombreuses, l'incidence du soleil sur la façade sud est faible. C'est la seule surface qui reçoit plus de radiation en hiver qu'en été, tout le reste des surfaces vont chauffer plus en été qu'en hiver.

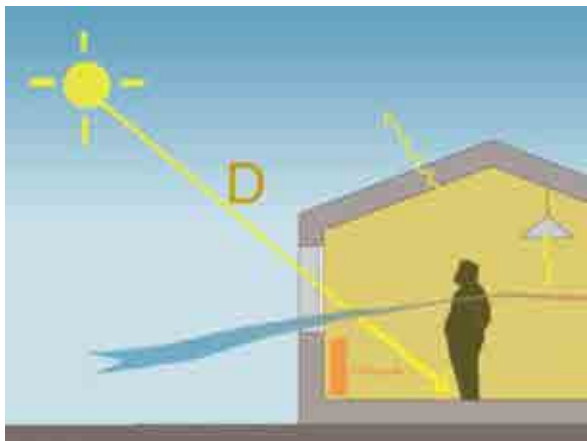
On peut remarquer dans ce modèle qu'en été la façade nord si elle n'a pas d'obstructions solaires reçoit presque autant de radiation solaire que la façade sud. On a l'intuition que la façade nord n'a pas besoin de protection solaire, même s'il est vrai que pendant la plupart de l'année le soleil ne la touche pas, justement en été, quand la chaleur est plus gênante, on a un niveau non négligeable de 2kWh/m^2 par jour qui peut occasionner des problèmes de surchauffe au début et à la fin de la journée.

3.1.3 La forme urbaine. Relation entre potentiel de captation solaire et compacité.

A partir du résultat de la radiation incidente sur le modèle urbain, nous faisons une étude comparative entre la capacité ou le potentiel de captation d'énergie solaire d'une typologie déterminée et les pertes par transmission à travers l'enveloppe durant l'hiver.

Nous comparons le même paramètre qui est la superficie exposée à l'extérieur du bâtiment selon deux facteurs opposés :

- Les pertes par transmission de l'enveloppe.
- Le potentiel de captation solaire.



F.264 Dessin représentant la captation solaire du bâtiment. Plus le bâtiment est exposé plus il pourra capter l'énergie solaire.

Les pertes par transmission de l'enveloppe exposée à l'extérieur dépendent essentiellement du niveau d'isolation de celle-ci. L'enveloppe, dans ce cas les façades et les toitures, incluent des ouvertures, ont un coefficient U exprimé en $W/(m^2K)$.

Une enveloppe mal isolée dont le coefficient moyen de conductivité thermique est compris entre 1 et 0,7 par exemple, correspond à la majorité des constructions sans isolation ou dont l'épaisseur d'isolant est inférieure à 3 cm, classique dans toutes les constructions anciennes et antérieures aux années 80. Celles-ci auront des pertes élevées par transmission durant l'hiver et nécessiteront un volume très compact pour ne pas perdre d'énergie par l'enveloppe. Dans cette perspective, les maisons mitoyennes participent à la conservation de l'énergie.

Le potentiel de captation solaire dépend de la quantité de superficie exposée à l'extérieur et de l'orientation de cette superficie. Les obstructions solaires pourront rendre difficile cette captation solaire.

Dans cette étude, on révèle que la radiation globale qui arrive sur les superficies des bâtiments est très élevée. Le défi est de pouvoir en profiter.

Pour utiliser cette radiation, il y a deux possibilités principales :

Captation passive et captation active.

La **captation passive** répond au fait de ne pas agir pour profiter de la radiation : c'est-à-dire de ne pas apporter d'autres énergies pour la capter et la transformer. Le cas de la fenêtre ou de la verrière sont les plus courants. Avec la technologie dont nous disposons aujourd'hui, ce système passif, fenêtre ou vitre, est le système le plus efficace avec un rendement entre 60 et 80% qui dépend du coefficient de transmission énergétique globale du verre (g) ou de la combinaison des vitres. Une vitre fermée laisse entrer une bonne part de la radiation qui lui arrive et par effet de serre ne la laisse pas sortir.

La majeure partie de l'énergie qui arrive directement du soleil et qui passe à travers la vitre le fait à des ondes de hautes fréquences, essentiellement celles de la lumière visible. Quand elle touche les objets situés à l'intérieur, elle les chauffe et l'énergie réémise se situe dans les fréquences de l'infrarouge. Les vitres deviennent opaques à cette radiation. Elle est alors réfléchie vers l'intérieur par les vitres qui font comme des miroirs. C'est un effet bénéfique en hiver mais duquel il faut se protéger en été.

Il y a des bâtiments qui ont été dessinés pour profiter de cette captation solaire passive, dans la façade sud.



F.265 Bâtiment à Ginestarte (Pallars Sobirà) Pyrénées catalanes à 1400m avec d'immenses ouvertures vers le sud. Photo de l'auteur 2011.



F.266 Photo d'un bâtiment à la plaza de la Quintana de Sant Jacques de Compostelle. Un bâtiment ancien bien placé vers le sud avec de grandes vitres pour l'époque, il profite ainsi depuis le XIX siècle des rayons du soleil en hiver. Une vigne s'étale sur la façade et sert de protection solaire estivale. Les feuilles tombent et donc disparaît en hiver. Cette protection solaire de vigne donne son nom au bâtiment « casa de la Parra ». Photo de l'auteur 2011.



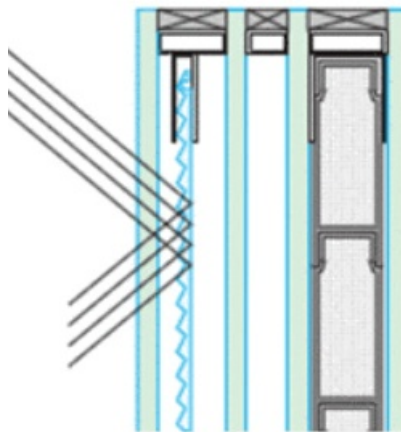
F.267 Résidence de personnes âgées à Domat /Ems à côté de Chur, Grisons, Suisse. Les capteurs solaires actifs et passifs combinés sont intégrés à la façade sud. Ils fournissent l'énergie nécessaire pour passer l'hiver.

Bâtiment Minergie P prix solaire suisse 2006.

Les vitres transparentes sont combinées avec des panneaux beaucoup plus performants. Un système d'isolation transparent avec des matériaux de changement de phase à l'intérieur qui emmagasinent l'énergie entrante. Un sel non toxique de chlorure hexahydrate de Calcium ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) donnerait aux matériaux cette fonction de changement de phase qui absorbe ou libère de l'énergie dans son processus de cristallisation ou de fonte. Devant est ajouté un réflecteur à différents degrés qui laisse entrer les rayons du soleil avec un pourcentage de plus de 50% quand les rayons incidents sont plus bas que 35° et reflète à 95% les rayons plus hauts que 40° . Ce réflecteur empêche les rayons d'entrer l'été et laisse passer les rayons l'hiver.

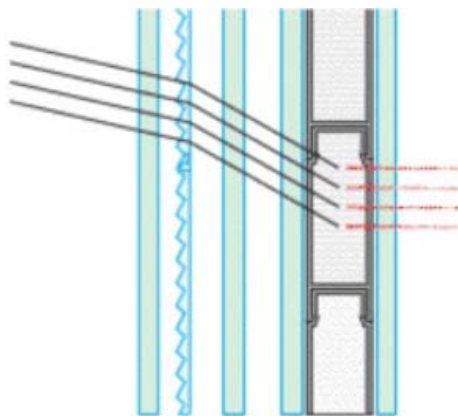


F.268 Image extérieure du réflecteur. Photo de l'auteur 2012.



F.269 Schéma du réflecteur en été qui renvoie vers l'extérieur 95% du rayonnement direct. Seuls les rayonnements diffus entrent pour éclairer l'intérieur.

Schéma des couches de vitre et, à l'intérieur, les boîtes de polycarbonate avec le sel de changement de phase.



F.270 Schéma du réflecteur en hiver. Il laisse passer les rayonnements inclinés de moins de 35° vers l'intérieur et chauffe le sel de changement de phase

Le système avec 4 vitres et ses lames d'air a une valeur $U=0.5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (information extraite de www.glassx.ch et *construction et énergie architecture et développement durable édition Detail* Manfred Hegger ; Thomas Stark ; Matthias Fuchs et Martin Zeumer pag. 93).

Selon la visite sur place et une discussion avec des utilisateurs, le résultat est très réussi et le bâtiment n'a pas besoin d'autre énergie de chauffage que le soleil. En été une légère surchauffe ne donne pas de problèmes de confort.



F.271 Image de l'intérieur du mur avec les sels translucides de changement de phase. Photo de l'auteur 2012.

La **captation solaire active**. Elle se fait grâce à des systèmes qui mettent en jeu des mécanismes qui transforment l'énergie solaire et qui l'emmagasinent. Cette captation active se fait de deux manières principales:

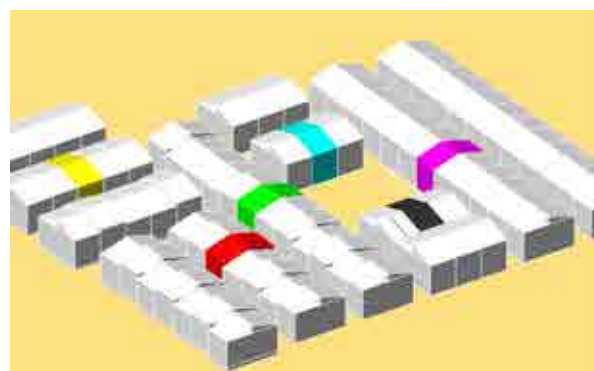
La captation solaire peut être transformée en chaleur ou en eau chaude avec des rendements qui peuvent varier entre 20 et 60% selon différents facteurs.

La captation peut être transformée en électricité grâce à des panneaux solaires photovoltaïques de silicium dont le rendement est en général de 10% 15% avec les technologies actuelles.

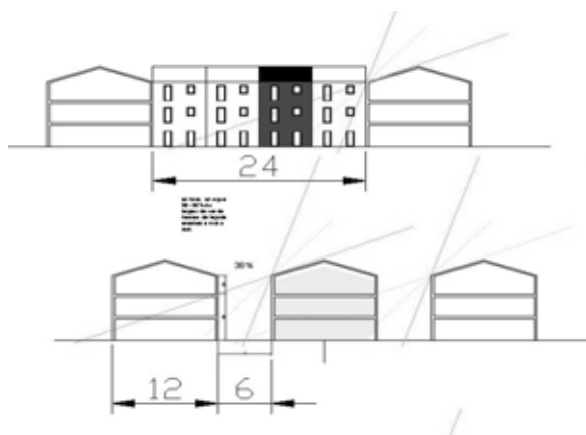
Des installations à grande échelle chauffent de l'eau ou un autre liquide par concentration à hautes températures pour générer de l'électricité avec la vapeur chauffée par le soleil. Ce sont des systèmes hors échelle domestique ou du bâtiment.



F.272 Bâtiment communal à Ludesch au Voralberg, Autriche. Place couverte avec des panneaux photovoltaïques et des verrières de captation passive.



F.273 Le modèle urbain que nous utilisons pour l'étude, a une typologie de bâtiments mitoyens de 6 mètres de large, de 9 mètres de haut et une profondeur de 12 mètres, dans un tissu urbain de maison mitoyennes, en terrain plat et dont les rues font 6 mètres de large.



F.274 Coupe du modèle analysé

Dans ce modèle, expliqué dans les chapitre 3.1.2, les pertes par transmission avec une enveloppe de conductivité moyenne U de $0.2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ est de 14 kWh par jour. Si le même bâtiment n'est plus mitoyen et se trouve isolé dans un terrain, ces pertes sont doublées jusqu'à 28 kWh par jour pour une superficie extérieure d'environ 400m^2 sans tenir compte de l'énergie perdue vers le terrain. Pour une qualité égale d'enveloppe, les pertes dépendent de la quantité de superficie exposée à l'extérieur. Pour ce cas, maison mitoyenne ou maison isolée sur un terrain, la différence est le double.

Le potentiel de captation solaire aussi devient le double dans le meilleur des cas c'est-à-dire pour un bâtiment mitoyen avec une façade sud, peu d'obstruction solaire grâce à la présence d'une place devant ou d'une rue large. Dans les rues étroites ou pour les bâtiments face au nord, est ou ouest, le rapport avec une maison isolée sur un terrain peut passer de 2 à 6. A un niveau quantitatif, cela signifie que le bâtiment isolé reçoit 520 kWh sur sa superficie chaque jour ensoleillé durant l'hiver, et que le même bâtiment dans la trame urbaine de maisons mitoyennes peut recevoir de 2 à 6 fois moins d'énergie, autrement dit il recevra seulement entre 250 et 90 kWh par jour.

Le besoin énergétique des bâtiments mitoyens pourrait être de 14 kWh par jour pour un ΔT moyen journalier de 14°C . Par contre il faudra le double, soit 28 kWh pour un bâtiment isolé c'est-à-dire non mitoyen. Néanmoins, l'énergie en forme de rayonnement solaire que reçoit l'enveloppe de ce bâtiment non mitoyen est de 520 kWh par jour soit 20 fois plus.

L'énergie solaire qui arrive sur les bâtiments est énorme et bien plus importante que celle qu'ils consomment aussi inefficaces soient-ils. Il existe de réelles possibilités d'évolution à moyen et long terme dans les systèmes de captation solaire.

Avec la technologie dont nous disposons actuellement nous ne captions pas beaucoup plus que 10-20% de cette énergie. Ainsi, en supposant que notre bâtiment type capte ces 20% de l'énergie solaire qui arrive, le bâtiment non mitoyen capte 104 kWh par jour, et le mitoyen entre 50 et 20 kWh par jour en hiver.

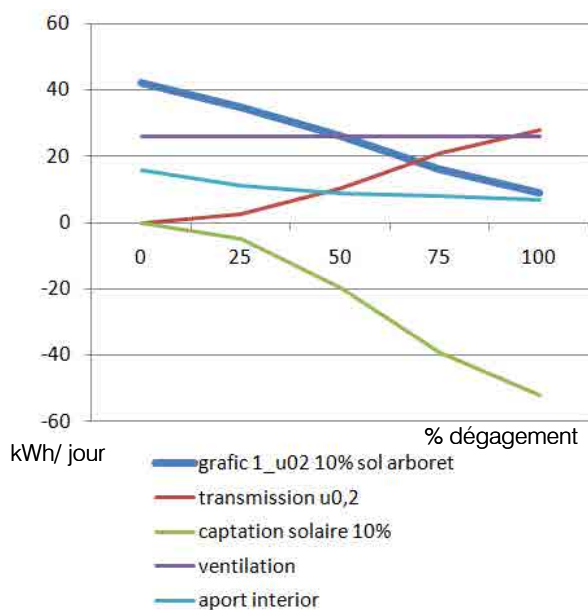
Selon ces calculs, le bâtiment non mitoyen capte plus d'énergie que ce dont il a besoin et il lui en restera pour d'autres utilisations.

Dans le cas urbain dense mitoyen certains bâtiments bien orientés pourront compenser les pertes avec la radiation solaire mais beaucoup ne pourront pas capter l'énergie qu'ils perdront ou dont ils ont besoin pour fonctionner et fournir le service nécessaire à ses utilisateurs.

Expliquons différentes hypothèses avec des graphiques:

Dans la Figure 275, la ligne épaisse bleu représente le bilan énergétique du bâtiment en additionnant l'énergie perdue par transmission, ce dont il a besoin pour compenser les pertes par ventilations et les apports internes par l'utilisation du bâtiment moins l'énergie qu'il reçoit par captation solaire. Tout cela selon la quantité de façades mitoyennes. Le point 0 n'est pas possible, il correspondrait à une maison complètement entourée par les autres maisons de telle manière qu'il n'aurait ni lumière, ni vue, ni ventilation naturelle mais il nécessiterait une énergie pour fonctionner.

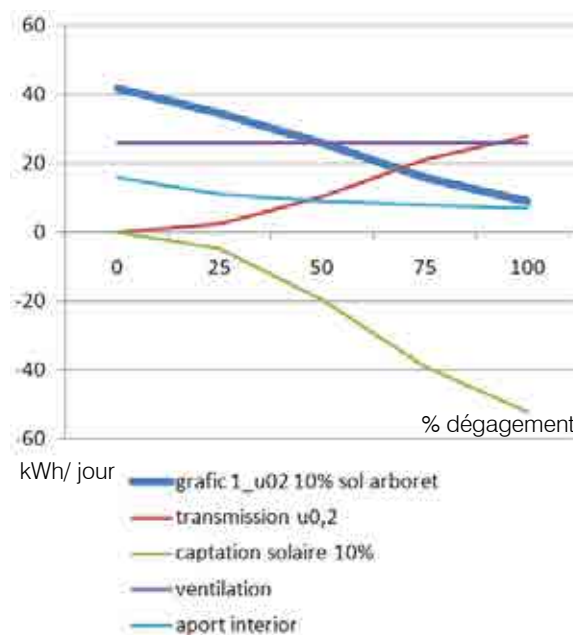
Besoin énergétique selon le degré de dégagement.
Pour une maison à Lleida en bois standard
Minergie.



F.275 Exemple de la maison Arboretum de Lleida :avec un U d'enveloppe de 0.2 W/(m²K), une captation solaire passive de 10% du total qui lui arrive. Les apports internes et les pertes par ventilation sont communs et égaux à tous les exemples.

On constate dans ce cas que plus le degré d'obstruction diminue, meilleure est la balance énergétique. Soit moins d'énergie est nécessaire pour être autonome. Néanmoins au 100% de dégagement il n'est pas complètement autonome. Il suffirait de pouvoir augmenter le pourcentage de captation solaire pour y arriver: installer plus de capteurs solaires.

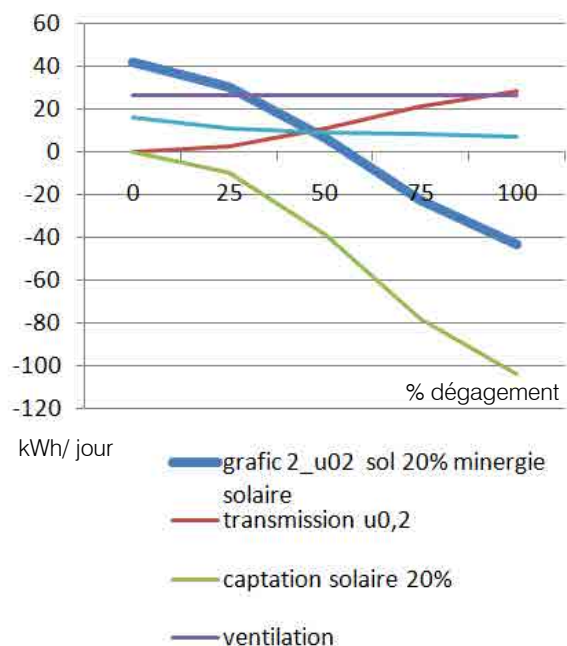
Besoin énergétique selon le niveau de dégagement
d'une construction traditionnelle sans isolation



F.276 Ce graphique représente le comportement d'un bâtiment qui aurait un système constructif traditionnel sans aucune isolation ou très faible et dont la valeur serait $U=0.8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. en moyenne. Ce modèle constructif avec de petites fenêtres a aussi une capacité plus réduite pour capter la radiation solaire et on l'estime à 5% du total. La ventilation et les apports intérieurs sont considérés identiques pour tous les bâtiments.

Dans ce cas on observe clairement que plus l'enveloppe est protégée par les voisins, moins il y a de pertes énergétiques. Le modèle est peu isolé et ne capte pas bien la radiation solaire. De cette manière on montre que le modèle urbain le plus utilisé traditionnellement dans les villages des Pyrénées catalans a une forme urbaine mitoyenne et compacte. Cette forme urbaine est choisie aussi pour une raison économique au niveau constructif car cela permet de partager les murs mitoyens. Mais il est clair que pour optimiser l'énergie avec le système constructif traditionnel, la forme urbaine plus efficace est la forme compacte. Il faut donner raison à la manière traditionnelle de former des noyaux antiques compacts. Les îlots compacts dans les villages et les vieilles villes sont la forme urbaine la plus optimale dans le cas d'un système constructif avec une enveloppe peu isolée.

Bilan énergétique selon le degré de dégagement.
Pour une maison standard *Minergie* avec une
captation solaire du 20%.



F.277 Ce graphique montre le contraire du système constructif traditionnel ou médiéval. Plus le degré de dégagement est élevé plus le bilan énergétique est positif.

Un système constructif actuel, bien isolé avec un $U=0.2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ typique des normes actuelles en vigueur depuis 2010 en Suisse, en Allemagne ou en Autriche par exemple, combine les mêmes pertes par ventilation et apports internes que sur les autres graphiques et suppose une captation solaire incidente sur la surface de bâtiment de 20% du total. Avec la technologie actuelle, cela est parfaitement admissible et économiquement viable. C'est un résultat surprenant : plus il est dégagé meilleure est sa balance énergétique. Cela jusqu'au point qu'à plus de 60% de dégagement ou avec moins de 40% d'obstruction ce qui correspond au même, ce bâtiment qui en plein hiver a un ΔT moyen de 14°C ce qui ressemble à un climat comme celui de Lleida, ou du centre d'Espagne, est autonome en énergie. S'il avait une obstruction plus faible que 40%, il aurait des excédents d'énergie et deviendrait ce qu'on appelle un bâtiment "positif" qui génère plus d'énergie que ce qu'il consomme.

Nous voyons que l'efficacité énergétique ne dépend pas de la compacité des bâtiments car à partir d'un

bon niveau d'isolation de l'enveloppe, un bâtiment plus étalé peut avoir une balance énergétique positive durant l'hiver s'il est capable de capter une bonne part de la radiation solaire qui lui arrive.

Si les méthodes de captation solaire s'améliorent, la majeure partie des bâtiments pourrait sans gros problèmes être autonome et même être génératrice d'énergie pour les voisins qui ne le sont pas encore. Mais le potentiel existe, l'énergie nous arrive, il faut seulement savoir comment la capter et l'emmagasiner ou la transformer.

L'évolution technologique des isolants et celle des systèmes de captation de l'énergie solaire incidente sur les bâtiments représente une révolution des modèles urbains optimaux.

Un îlot compact ou un amoncellement très dense d'habitations n'a aujourd'hui pas de sens au niveau énergétique et selon les calculs réalisés ne sont pas la meilleure solution.

Energétiquement avec un bon système de captation solaire actif, un modèle urbain dispersé pourrait être autonome plus facilement qu'un modèle urbain compact dont les bâtiments se font de l'ombre mutuellement. Il est donc important de bien disposer les bâtiments pour gagner un maximum d'énergie solaire.

Il n'est pas nécessaire que le modèle urbain soit complètement éparpillé mais il serait idéal qu'il soit suffisamment ouvert pour être capable de produire l'énergie dont il a besoin à l'aide d'une captation solaire qui recouvre la maison. Cette énergie naturelle et gratuite reçue devrait permettre de fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement du bâtiment et aux activités de ses occupants. De plus elle pourrait servir au transport et aux déplacements obligatoires et pendulaires en alimentant les voitures électriques par exemple ou bien en envoyant l'excédent au réseau électrique qui fournira les moyens de transport public ou collectif.

Pour réussir ce paradigme, il faudrait :

- Réduire la consommation et le gaspillage de l'énergie, surtout la climatisation
- Augmenter les systèmes de captation solaire recouvrant le bâtiment.

Ces deux conditions sont avec les technologies existantes aujourd'hui réalisables et économiquement viables.

3.2 Relation avec le bâtiment.

Un bâtiment sert en général à protéger les gens des manifestations climatiques extérieures telles que les intempéries, les températures chaudes ou froides, etc. De plus on aimerait que le bâtiment soit pendant toute l'année à une température de confort. Or la plupart du temps, la température de confort souhaitée n'est pas la même que la température extérieure et par un simple mécanisme physique la température intérieure va chercher à s'équilibrer avec la température extérieure. Le but du bâtiment est d'empêcher cet équilibre.

L'objectif d'un bâtiment et de celui du futur sera qu'il n'ait pas besoin d'énergie externe pour garantir le confort intérieur à ses habitants ou utilisateurs pendant toute l'année, hiver ou été.

Ce sera l'enveloppe isolée et d'autres systèmes passifs qui permettront d'atteindre et de conserver la température de confort souhaitée par l'utilisateur.

3.2.1 Calcul d'optimisation d'épaisseur d'isolant.

Quel est l'épaisseur optimale pour isoler un toit ? Il s'agit d'une question que nous solutionnerons mais dépend de plusieurs facteurs.

La consommation d'énergie par le chauffage dépend du niveau d'isolation de l'enveloppe. Plus elle est isolée moins nous coûtera le chauffage. Mais plus elle est isolée plus le volume d'isolant est important et plus le coût est élevé. En combinant ces équations, on peut trouver l'épaisseur optimale e_{opt} : *

$$e_{opt} = \sqrt{P \frac{\lambda}{p_i}} \cdot R_i$$

λ est la conductivité thermique du matériau isolant considéré.

p_i est le prix du m^3 d'isolant en €/m³ pour calculer l'optimum financier, ou la consommation d'énergie pour la fabrication de l'isolant, en MJ/m³ si on calcule l'optimum énergétique.

R_i est la résistance initiale de l'élément de construction sans l'isolant. $R_i \lambda$ est l'épaisseur d'isolant équivalent à l'élément non isolé.

P est le prix du chauffage pour une enveloppe de 1W/K de pertes spécifiques, pendant toute la durée de vie du bâtiment.

* CLAUDE-ALAIN ROULET. *Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments*. (2004)

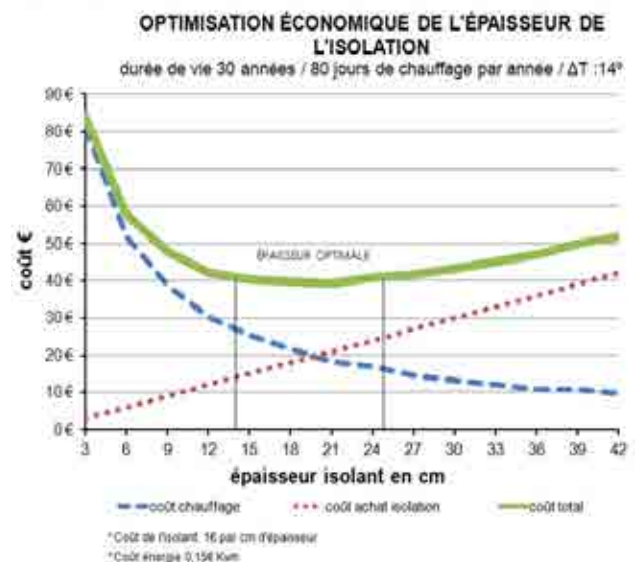
Pour obtenir le graphique F.278 qui nous montre le minimum de coûts on prendra un mur type pour 1 m² et on fera le calcul pour plusieurs épaisseurs par tranches de 3 cm d'isolant.

Une ligne droite en pointillés indique le prix de l'isolant selon l'épaisseur.

Une ligne courbe en trait-tillés indique le coût de chauffage par m² du mur pendant la période étudiée.

L'addition des deux courbes nous donnera le prix combiné des deux.

La partie plus basse de la courbe combinée nous indique le coût minimum prenant en compte le prix d'achat et le prix de chauffage.



F.278 Graphique d'optimisation de l'épaisseur d'isolant pour une situation concrète. Dans ce cas, pour un mètre carré de surface, pour une différence de température intérieure et extérieure moyenne de 14°C, pour 30 ans de durée de vie des matériaux, avec 80 jours de chauffage

annuel, avec un coût de l'énergie de 0.15 €/KWh et un coût d'achat du matériau isolant de 1€ par cm d'épaisseur et par mètre carré et pour un isolant d'une conductivité (λ) de 0.04 W/(m²K). Ce sont les paramètres qui vont déterminer l'épaisseur idéale.

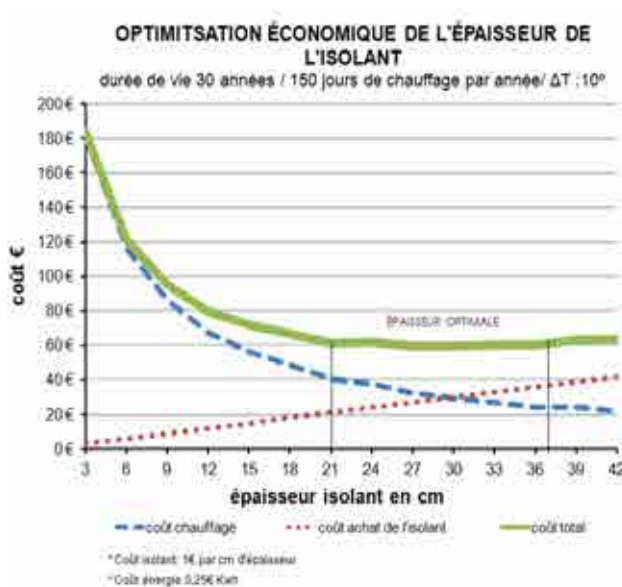
Amortissement économique des isolants thermiques durant l'hiver.

Nous pouvons dire qu'un isolant thermique est économiquement rentabilisé quand il a permis aux occupants d'économiser plus d'argent avec l'énergie non dépensée que le prix qu'a coûté l'achat de l'isolant et sa pose.

La rentabilité d'un isolant thermique dépendra :

- Du prix d'achat de l'isolant.
- Du nombre de jours d'hiver que le bâtiment a été utilisé.
- De la ΔT , la différence thermique entre intérieur et extérieur
- Du nombre d'années que durera le matériel du bâtiment
- Du coût de l'énergie externe

En combinant ces différents facteurs, il est possible de calculer l'épaisseur d'isolant optimale économiquement.



F.279 Cet exemple nous montre une épaisseur optimale située entre 20 et 35cm. La plupart des exemples n'ont pas

une valeur optimale très précise car la courbe met en évidence une zone dont les coûts sont les plus réduits.

Les différents facteurs de temps sont linéaires et peuvent être interchangeables. On obtient des résultats égaux. Par exemple, nous obtiendrions le même résultat pour 80 jours de chauffage par an sur 30 ans que pour 40 jours de chauffage par an sur 60 ans de durée de vie de l'isolant ou du bâtiment.

De manière générale, dans des conditions climatiques typiques de notre pays et dans une région qui ne bénéficie pas de l'influence maritime, nous trouvons normalement une ΔT d'environ 14°C durant l'hiver, en période de chauffage. Ces 14°C représentent la différence de température entre intérieur et extérieur lorsque dehors il fait une moyenne de 6°C et 20°C à l'intérieur sur toute la période.

Pour ce cas climatique, on a supposé que le bâtiment et son isolant auraient une vie utile supérieure à 30 ans. Néanmoins la vie utile pourrait être 2 ou 3 fois plus longue. On a estimé que le chauffage s'utiliserait 80 jours soit 3 mois ce qui est faisable dans un bâtiment bien isolé alors que pour un bâtiment conventionnel pour ce climat la période de chauffage est plutôt de 6 mois par an.

Une fois ces précisions climatiques faites, on observe curieusement que l'épaisseur d'isolant optimale économiquement est entre 20 et 30 cm (les prix des isolants et de l'énergie sont ceux de l'année 2012).

Si l'hypothèse de durée de vie et jours de chauffage est correcte, la construction conventionnelle qui suit la norme thermique espagnole CTE-HE n'a besoin que de seulement 4 à 8 cm d'épaisseur d'isolant.

Selon le graphique de cette hypothèse, le coût d'isolation plus celui de l'énergie qui s'est échappée, au bout de 30 ans par mètre carré de superficie avec 6 cm d'isolation est supérieure à 100€ et par contre si l'isolant a une épaisseur de 20 cm, ce coût devient 55€, la moitié!

Cela signifie que chaque année les personnes qui n'ont pas leurs maisons suffisamment isolées perdent de l'argent. Ou avec plus d'isolant elles pourraient en payer la moitié et améliorer leur confort.

Ce phénomène physique connu et facile à calculer, comme nous l'avons vu, n'a pas été pris en compte dans notre pays jusqu'à aujourd'hui. Nos normes l'ignorent contrairement aux autres pays : la Suisse a une norme constructive SIA 380 depuis 2009 qui exige une épaisseur d'isolation d'environ 20cm, selon les cas. L'Allemagne et l'Autriche ont aussi une norme équivalente. En France, la réglementation thermique RT 2012 incorpore des épaisseurs optimales d'isolant dont les résultats de transmission thermique doivent être entre 0.2 et 0.28 W/(m²K) et qui entrera en vigueur pour les bâtiments privés fin 2012.

Ces calculs si évidents montrent la nécessité économique d'isoler suffisamment les bâtiments et de décider que les constructions réalisées suivraient ces exigences d'efficacité énergétique puisque les utilisateurs seront les premiers à en bénéficier.

Pour ces raisons, depuis 2008, date à laquelle nous avons réalisés les premiers calculs de ce type, les bâtiments que nous réalisons suivent les paramètres optimum d'isolation avec une épaisseur d'environ 20 cm.

Pour les mêmes motifs, l'Union Européenne parle d'obliger les constructions à suivre ces paramètres d'efficacité énergétique à partir de 2020 pour toute l'Europe. Certains autres pays non cités suivent déjà cette direction.

Parmi les articles scientifiques publiés au 16ème congrès international passiv haus à Hannover le 4-5 mai 2012 par l'institut Passive House de Darmstadt, l'article "*passive houses in various climate zones-technical and economic aspects*" publié par Jürtgen Schnieders, signale les épaisseurs optimales d'isolation partout dans le monde en fonction du climat local.

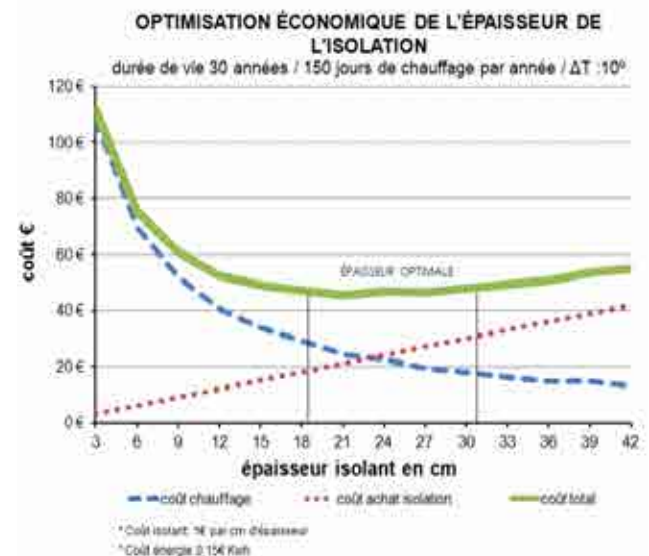
Ces dernières années, les normes thermiques ont imposées des épaisseurs encore plus grande d'isolation et celles-ci ont atteint un plafond optimal dans certains pays. Augmenter encore les épaisseurs n'a pas de raison physique ou économique selon cet article cité de Jürtgen Schnieders. En Allemagne, en Autriche ou en Suisse, en 2012, ces lois termiques s'approchent de la couche optimale d'isolation pour

des bâtiments occupés tout l'année avec les prix du marché actuel aussi bien pour les prix des isolants que des énergies non renouvelables.

Une étude similaire s'est présentée au même moment à Hannover réalisée par Benjamin Krick et le Professeur Dr. Wolfgang Feist intitulée "passive house requirements for transparent components in various regions of the Earth" dans laquelle sont développées des cartes du monde avec les qualités optimales des vitrages en suivant le rapport prix-performance.

Les graphiques de cette étude sont très proches des théories de l'insitut Passive House allemand. Cela corrobore les résultats précédents.

Tous ces calculs et graphiques sont basés sur le prix actuel de l'énergie. Mais tous les indicateurs signalent une augmentation progressive du prix de l'énergie dans le futur, ce qui accentuera encore plus le besoin d'avoir un système constructif qui réduise la demande énergétique et sa consommation.



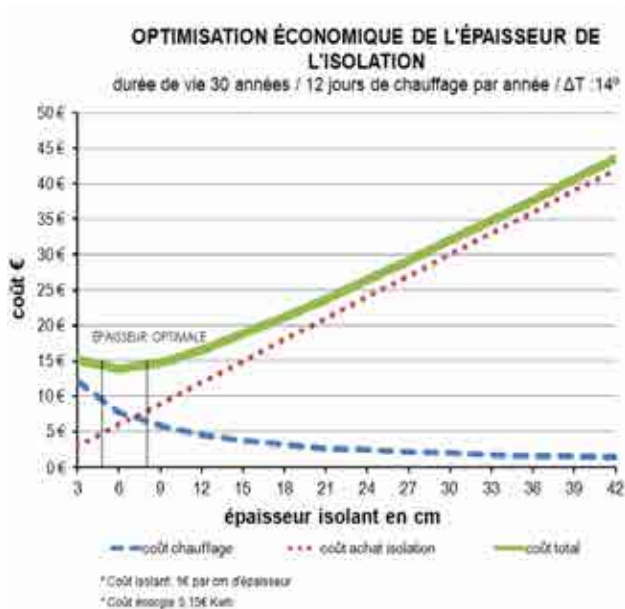
F.280 Ce graphique est obtenu pour un ΔT de 10°C. Pour un chauffage sur 150 jours pendant 30 ans, l'épaisseur optimale se situe entre 15 et 30 cm.

Tous ces calculs d'optimisation se font en pensant seulement à l'hiver. Mais il faut remarquer qu'un bâtiment bien isolé pour l'hiver fonctionnera aussi mieux l'été, à condition qu'il y ait de bonnes protections solaires. Le manteau thermique lui

permettra de ne pas trop se chauffer pendant l'été et de réduire les risques de surchauffe.

Ce paramètre en été est plus compliqué à évaluer car il ne dépend pas seulement de l'enveloppe thermique mais aussi des protections solaires de la ventilation et de la bonne gestion des occupants.

A l'aide de différents exemples, on voit qu'il existe une grande différence entre les résidences principales occupées la plupart du temps et les résidences secondaires beaucoup moins occupées toute l'année.



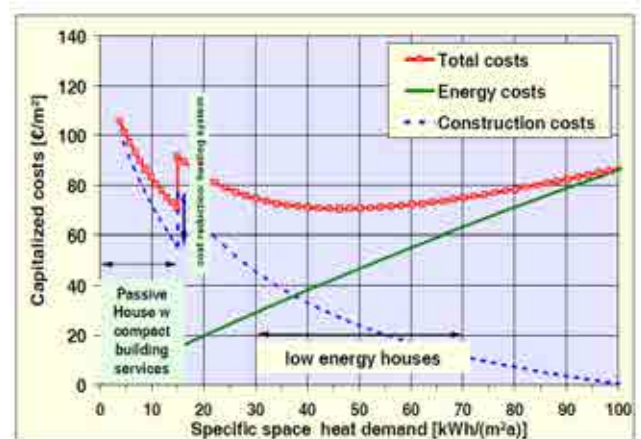
F.281 Ce graphique réalisé pour un bâtiment qui n'est occupé que 12 jours en hiver nous donne le résultat suivant : l'épaisseur d'isolation optimale est beaucoup plus faible et se situe entre 4 et 9 cm, contrairement aux autres cas. Comme l'isolant permet seulement d'éviter que s'échappe l'énergie durant les quelques jours d'occupation cela équivaut à donner une vie très courte au bâtiment. Pour cette raison, une grande épaisseur d'isolant n'est pas rentable. Ce cas est exceptionnel dans les zones habitées mais courant en zones de montagne où on trouve beaucoup de résidences secondaires. Cependant au moment de construire il est difficile de savoir si durant toute la vie du bâtiments les utilisateurs iront peu ou très souvent.

Cette approximation est très numérique et en réalité un bon isolant est nécessaire aussi bien pour économiser

de l'argent en dépensant moins d'énergie que pour donner du confort aux occupants en maintenant le bâtiment protégé des fluctuations climatiques et en gardant à l'intérieur le maximum de masse en tant que régulateur thermique avec son inertie. Cela est l'objectif primordial et le plus simple pour tous les bâtiments et pour une bonne part, de l'architecture en général.

Ces graphiques sont utilisables tant pour un système constructif léger en ossature bois que pour un plus lourd et plus traditionnel avec double couche de mur de maçonnerie conventionnel.

La construction conventionnelle des derniers 50 ans n'a pas tenu en compte ces facteurs de la physique des bâtiments et les isolants et les protections solaires ne sont pas à la hauteur de qualité architecturale. Le résultat est une série de bâtiments qui ne remplissent pas leur mission principale à savoir créer un climat meilleur à l'intérieur qu'à l'extérieur.



F.282 Ce graphique de l'institut Passivhaus à Darmstadt en Allemagne représente la même relation entre le coût de l'isolant et le coût de l'énergie dépensée par le bâtiment.

Dans le cas de bâtiments passifs, l'optimisation va au-delà et arrive au point qu'un système de chauffage conventionnel pour garantir le confort intérieur devient superflu.

Dans un climat déterminé, la construction conventionnelle demande que la chaudière apporte l'énergie durant l'hiver. Mais plus on isole les

bâtiments moins d'énergie est nécessaire et plus on réduit la période de chauffage. Et cela jusqu'à arriver au point que son utilisation devienne de moins en moins fréquente et que le système de chauffage traditionnel soit remplacé par un système de très faible puissance.

L'institut Passivhaus insiste sur l'intérêt d'arriver à ce point et de réduire le système de chauffage conventionnel vu que cela permet une grande économie au niveau de la construction du bâtiment et qui peut permettre d'améliorer encore plus certains éléments de fermeture par exemple.

Cette stratégie sera appliquée pour différents chantiers et nous verrons au chapitre 4 comme ce travail se justifie et se vérifie lors du fonctionnement des bâtiments dans cette situation.

Rentabilisation énergétique des isolants thermiques durant l'hiver.

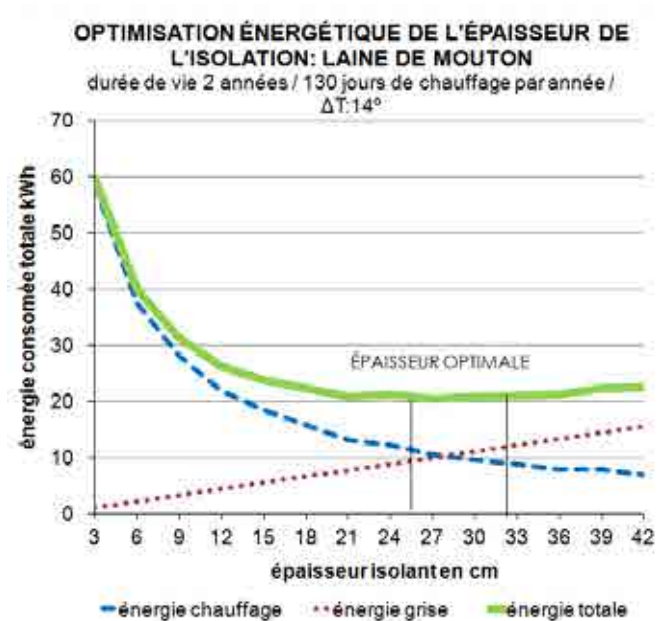
Si nous comparons l'énergie grise d'un matériau d'isolation (énergie qui a été nécessaire pour fabriquer mettre en place un matériau) et l'énergie dont le matériau évite le gaspillage par son action d'isolant thermique en hiver, nous observons que l'énergie économisée est plus grande que l'énergie grise.

A partir de ce moment, l'utilité du matériau isolant est justifiée et il commencera à devenir rentable.

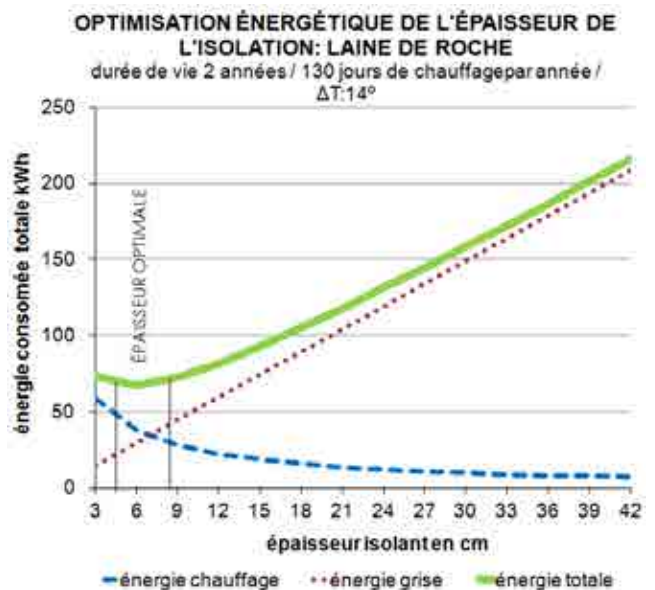
La rentabilité énergétique d'une isolation dépendra :

- De la faible quantité d'énergie grise qu'il possède MJ/kg
- Du nombre de jours d'hiver d'utilisation du bâtiment
- ΔT la différence thermique entre l'intérieur et l'extérieur
- Les années de vie utile du matériau du bâtiment

Si on suppose un isolant conventionnel de entre 37 et 70 MJ/kg et une ΔT de 14°C , et dans le cas d'une résidence principale dont l'occupation est supérieure à 120 jours de chauffage, alors au bout de 5 ans l'isolation du mur est rentable énergétiquement jusqu'à 12cm d'isolant.



F.283



F.284 Par contre s'il s'agit d'une résidence secondaire, et que le bâtiment n'a pas une vie utile de plus de 50 ans, ces 12 cm d'isolant seront difficilement rentables. Ainsi il serait contre productif d'avoir isolé si efficacement pour la faible utilisation qu'il a.

Il est clair que la clé d'une bonne rentabilité est d'utiliser souvent le bâtiment.

Le coût économique et la consommation d'énergie n'ont pas un minimum au même endroit. Un optimum énergétique demande des épaisseurs plus grandes. Par contre au niveau économique, avec les prix d'aujourd'hui, l'épaisseur idéale est moins importante qu'au niveau énergétique.

On peut conclure que, ou bien l'isolant est très bon marché ou bien que le prix de l'énergie va encore augmenter.

Pour cette étude, il a été compté un coût énergétique de 0,15€ kWh. Cela donne un rapport de 1/10 entre le prix et l'énergie, entre l'isolant et le combustible ou flux d'énergie au jour d'aujourd'hui, année 2012.

3.2.2 Relation et différences avec l'isolation et l'inertie thermique.

Au chapitre précédent, nous avons parlé des épaisseurs optimales d'isolation dans le but d'utiliser l'énergie ou l'argent nécessaire mais non excessif pour isoler une enveloppe.

Les calculs simplifiés sont statiques c'est-à-dire sans prendre en compte le facteur temps.

Le niveau d'isolation détermine la quantité d'énergie qui traverse une cloison selon une différence de température déterminée.

En réalité cette différence de température entre l'intérieur et l'extérieur est variable dans le temps et même variable durant la même journée.

De plus les cloisons ne sont pas une simple couche homogène mais une série de couches et d'épaisseurs et l'énergie met un certain temps à les traverser.

Si on prend le bâtiment comme un réservoir d'énergie, nous pourrions dire que l'énergie qui s'en échappe pendant une nuit d'hiver par exemple n'est pas indéfinie. Avant la nuit, le bâtiment contient une certaine quantité d'énergie sous forme de chaleur contenue dans ses matériaux. Cette énergie, à mesure que se refroidit le bâtiment, s'en ira. S'il n'y a pas d'apport intérieur et si la température extérieure reste basse, au bout d'un certain temps la température intérieure s'égalisera avec la température extérieure même si le bâtiment est très bien isolé.

Tous ces phénomènes dépendent principalement du temps qui passe dans une situation déterminée.

Les oscillations de température extérieure par exemple entre la nuit et le jour peuvent être importantes et il peut y avoir plus de 15°C d'écart en moins de 12 heures. Ces oscillations feront varier la rapidité avec laquelle le bâtiment se vide ou se remplit d'énergie thermique.

En continuant avec l'image du réservoir, il faut remarquer qu'un bâtiment qui a beaucoup d'inertie thermique a aussi une grande capacité d'emmagasiner l'énergie.

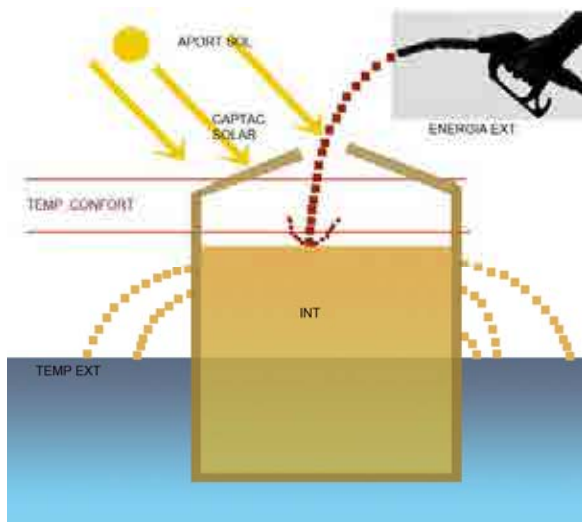
Il faudra beaucoup d'énergie pour le remplir et cela nécessitera beaucoup de temps. Par conséquent, il faudra aussi beaucoup de temps pour le vider ou le refroidir.

Un bâtiment de ce type peut être une cathédrale ou une église ancienne, construite en pierre, lourde et sans revêtements sur sa superficie. Ces constructions, qui se comportent presque comme des grottes, ont du mal à se réchauffer et à se refroidir. C'est pour cela qu'en automne ils conservent encore la chaleur de l'été et au printemps le froid de l'hiver.

Pendant une journée estivale, la température à l'intérieur ne varie pas de la température moyenne extérieure de la semaine, et d'une manière générale ne dépasse pas les 25°C. Ainsi quand on rentre dans une église l'après-midi et qu'il fait par exemple 32°C dehors on sent l'église fraîche alors que la nuit quand il fait 18°C dehors, on aura toujours 25°C à l'intérieur.

La même situation se répète durant toute l'année avec une température moyenne hebdomadaire ou même mensuelle. Cette situation n'est pas très agréable l'hiver et nécessite des apports internes importants pour que la température intérieure s'approche de la zone de confort. Par exemple, quand il fait 5 ou 8°C, avec l'apport interne des personnes et des bougies, la température peut monter à 10 ou 12°C, ce qui est très loin de la température de confort pour rester un long moment inactif.

Une maison traditionnelle dont la construction est lourde en maçonnerie et qui est peu isolée ressemble à ce cas.

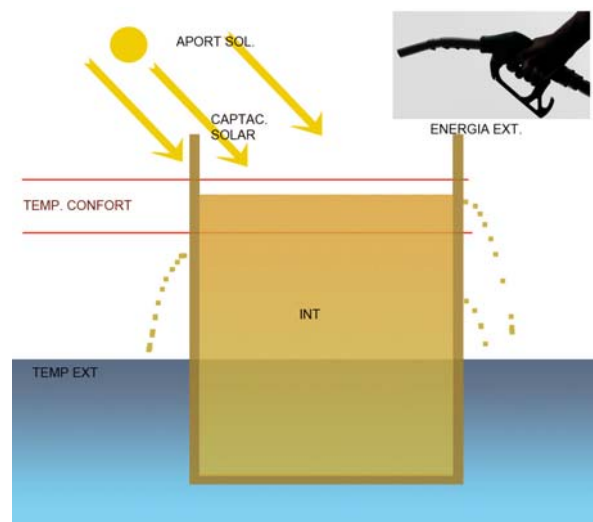


F.285 Apport Solaire < < pertes thermiques = consommation d'énergie extérieure importante.

Le problème apparaît quand on souhaite maintenir une température telle que 18-22°C de confort dans le bâtiment en maçonnerie avec murs épais et pas isolés durant l'hiver.

Une construction peu isolée équivaut à un réservoir avec des fuites. Moins bien isolé sera, plus de fuites aura le réservoir. Ainsi, plus la différence de pression est grande entre l'intérieur et l'extérieur plus il perd de l'énergie. Pour maintenir un niveau en énergie plus haut que l'extérieur il faut lui apporter de l'énergie interne en permanence, solaire ou comme dans la plupart des cas, des sources extérieures non renouvelables chaque fois plus rares, plus chères et plus difficiles d'extraire.

Ce n'est pas l'inertie thermique qui évitera les pertes énergétiques mais le degré d'isolation. L'inertie thermique peut réduire les oscillations thermiques jour/nuit car elle a la capacité d'amortir les hausses et baisses de la température extérieure.



F.286 Apport Solaire > pertes thermiques = 0 consommation d'énergie extérieure

Un bâtiment qui bénéficie d'inertie thermique et d'une bonne isolation pourra réduire fortement les besoins énergétiques durant toute l'année.

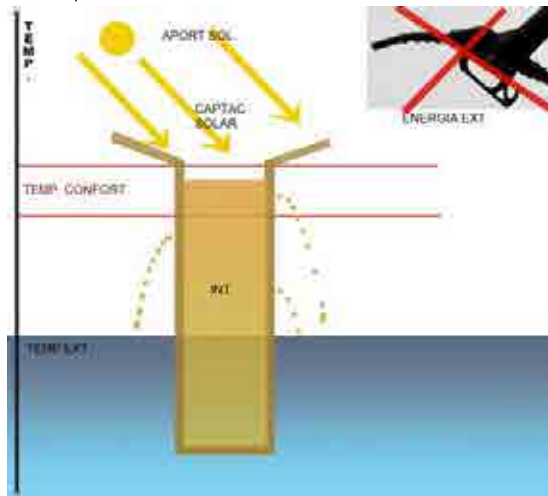
Si on arrive à réduire les pertes via l'enveloppe du bâtiment de telle manière qu'elles soient inférieures aux apports solaires, ou internes, le bâtiment avec inertie thermique pourra réduire ou éviter de dépendre de l'énergie extérieure non renouvelable.

Apport Solaire > pertes thermiques = 0 consommation d'énergie extérieure

Une construction avec peu d'inertie thermique correspond à un réservoir de petite capacité, qui peut être facilement rempli et vidé.

En hiver, s'il est bien isolé il peut profiter des apports solaires pour remplir son réservoir c'est-à-dire faire monter sa température intérieure. Durant la nuit il perdra un peu de son énergie. Si en plus il est bien isolé la perte thermique sera minime et lui permettra de passer la nuit sans que la température descende en dessous de la zone de confort. Si l'isolation n'est pas suffisante il faudra un apport externe car la quantité d'énergie emmagasinée dans le bâtiment est faible. Pour les journées avec saut thermique important jour nuit, on peut dire de cette façon que un supplément

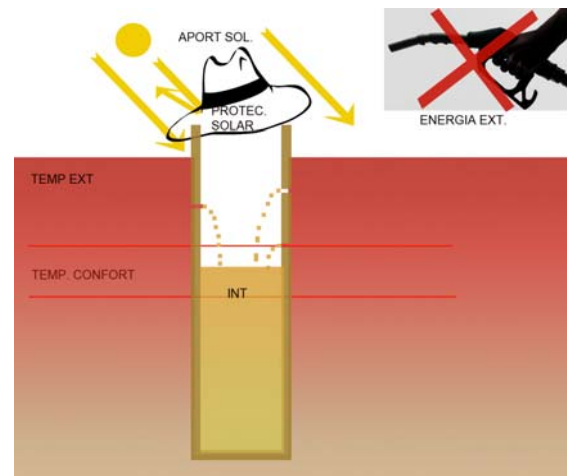
d'isolation peut compenser la manque d'inertie thermique.



F.287 graphique d'un bâtiment a faible inertie thermique avec une bone captation solaire et bien isolé n'a pas besoin d'énergie extérieure pour garder le niveau de confort en hiver.

Ce genre de bâtiment est très indiqué pour des usages intermittent ou temporaires comme des résidences secondaires, des salles de réunion, des auditoriums. En effet, pendant l'hiver il suffit de les laisser passifs et qu'au moment de s'en servir, en ajoutant un peu d'énergie seulement, on arrive à la température de la zone de confort.

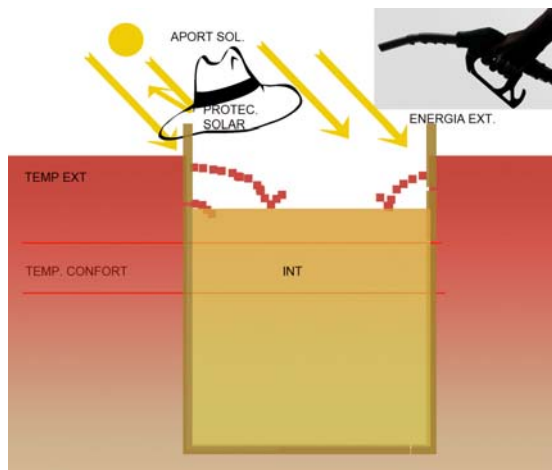
En été, les bâtiments avec peu d'inertie thermique fonctionnent bien mais sont plus sensibles. Il faut être vigilant et tenir compte du fait que les températures varient plus facilement. Une bonne protection solaire est indispensable sinon la température intérieure dépasserait rapidement la zone confort.



F.288 Schéma d'un bâtiment avec peu d'inertie thermique durant l'été mais bien isolé. L'isolation et une bonne protection solaire lui permettent de maintenir la fraîcheur à l'intérieur durant les jours chauds.

D'un autre côté, si pour une raison ou une autre, la température est montée au dessus de la zone de confort, il sera facile durant la nuit grâce à une ventilation croisée naturelle de redescendre facilement et en peu de temps à la température souhaitée.

Par contre dans une construction avec plus d'inertie thermique, qui amorti mieux les fluctuations extérieures de température ou les apports d'énergie ponctuels, si la température monte beaucoup il sera plus difficile de redescendre à la température de la zone de confort. Il est possible que le bâtiment entier ne se refroidisse qu'au petit matin. Cela signifie que toute la nuit était plutôt chaude et inconfortable à l'intérieure du logement. Cela se passe souvent pendant l'été dans des édifices lourds avec inertie thermique mais mal isolés, qui se chauffent au soleil durant toute la journée et qui deviennent le soir des fours radians très inconfortables.



F.289 Schéma d'un bâtiment qui a beaucoup d'inertie thermique pendant l'été et qui est mal isolé. Le manque d'isolation et la protection solaire incomplète font qu'il chauffe trop et dépasse le niveau de confort et qu'il lui est difficile de se refroidir.

Pendant l'été un bâtiment avec inertie thermique n'est pas une garantie de confort s'il n'y a pas une bonne gestion des protections solaires et un minimum d'isolation extérieure.

Comment quantifier l'inertie thermique d'un bâtiment : les matériaux qui sont en contact avec l'air intérieur du bâtiment sont ceux qui lui donnent cette inertie thermique.

De quoi dépend l'inertie thermique : la capacité d'emmagasiner de l'énergie sous forme de chaleur dépendra de :

Stockage de l'énergie: ou comment utiliser l'inertie thermique des murs

$$E_{\text{stock}} = \rho \cdot C_p \cdot V \cdot \Delta\theta \quad (\text{J})$$

ρ La densité du matériau

C_p La chaleur spécifique du matériau

V Le volume

$\Delta\theta$ La différence de température

Ce n'est pas la totalité du volume intérieur qui sera l'inertie utile immédiatement, cela dépendra de la vitesse que met l'énergie à entrer dans le matériau et à en ressortir. Si nous cherchons l'amortissement thermique par saut thermique journalier, la masse qui n'est pas atteinte par

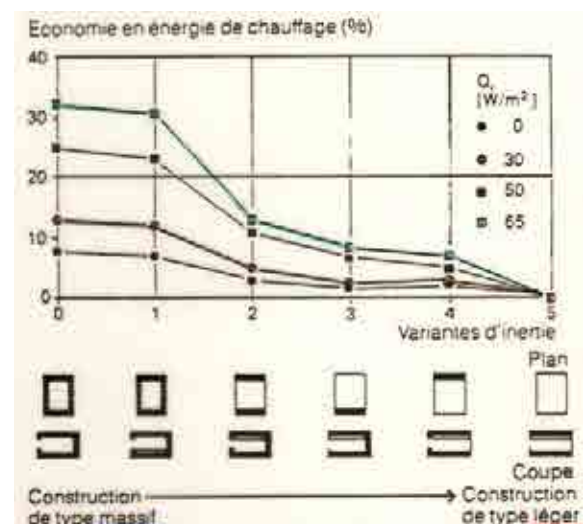
l'onde de chaleur après 24h de pénétration ne nous sert pas.

De ce facteur en dépend la profondeur de pénétration (δ_e) de la perturbation thermique harmonique journalière.

$$E_{\text{stock}}/S = \rho \cdot C_p \cdot \delta_e \cdot \Delta\theta \quad (\text{J/m}^2)$$

Les matériaux qui sont efficaces pour l'inertie thermique journalière doivent être en superficie et en contact avec l'air. Ils ne doivent pas non plus être recouvert d'un revêtement qui puisse les protéger thermiquement.

Il faut savoir que toutes les isolations posées à l'intérieur telles que moquettes, faux-plafond et autres revêtements légers annulent ou réduisent la capacité d'action de l'inertie thermique de la masse réelle du bâtiment.



F.290 Graphique expliquant la perte notable d'efficacité de l'inertie thermique d'une structure lourde selon les types de revêtements légers installés à l'intérieur.

Une salle avec un faux-plafond et 2 des 4 murs revêtus d'éléments légers isolent la structure et réduisent de plus de la moitié la capacité d'amortissement thermique de l'inertie du bâtiment.

Cours extrait de Physique du Bâtiment III
Dr Jérôme KÄMPF

Pour augmenter l'inertie thermique, il faut laisser visible une grande partie de la superficie des

éléments lourds dont la chaleur spécifique est élevée. Si la surface n'est pas lisse et qu'il y a des reliefs, des rugosités, cela permettra d'augmenter la surface d'échange



F.291 .La photo de la structure en bois massif intérieure du module Noem, avec une irrégularité planimétrique de la surface pour l'augmenter et avoir plus de surface d'échange.



F.292 Photo des poutres apparentes de la "casa arboretum" à Lleida de l'auteur, elles augmentent aussi la surface d'échange du bois et le font plus actif comme matériaux pour l'inertie thermique.

Il est possible de calculer la profondeur de pénétration de la chaleur en 12h et de savoir selon les matériaux quelle est la profondeur utile lors d'une variation de température sur 24h.

Tout d'abord, calculons (a) la diffusion thermique (m^2/s) puis la profondeur de pénétration pour une variation thermique harmonique jour/nuit avec l'exemple du bloc de béton puis avec celui du bois.

Avec le bloc en béton :

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p} = \frac{1.1}{2000 \cdot 1100} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

Cela est la diffusivité thermique

Sur une durée de 24h, la profondeur de pénétration (δ_e)

$$\delta_e = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^{-7} \cdot 24 \cdot 8600}{\pi}} = 0.12 \text{ m}$$

Il y a 12 cm de pénétration pendant le jour. Donc seul 12 cm d'épaisseur de béton seront efficaces pour un saut thermique inférieur à 24h.

L'énergie accumulée par jour dans les 12cm est:

$$\frac{E_{stock}}{S} = 2000 \cdot 1100 \cdot 0.12 \cdot 1.5 = 400 \text{ kJ/m}^2$$

Si nous refaisons les calculs avec le bois nous obtenons :

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p} = \frac{0.4}{600 \cdot 2000} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

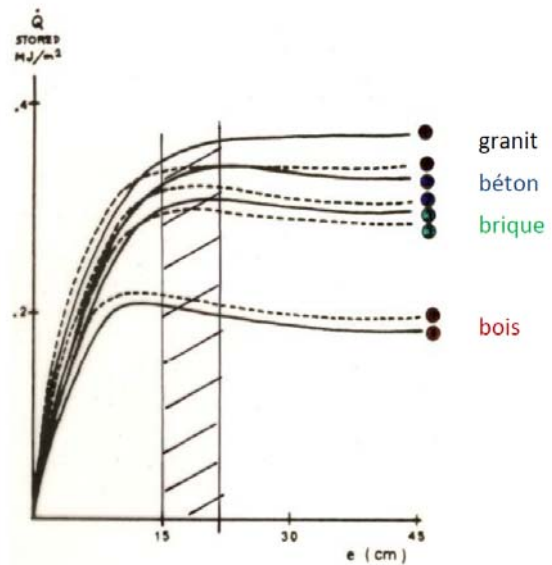
La diffusivité thermique est presque deux fois plus faible que celle du béton.

La profondeur de pénétration :

$$\delta_e = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^{-7} \cdot 24 \cdot 8600}{\pi}} = 0.091 \text{ m}$$

En 24h, la chaleur aurait pénétré 9 cm de bois. Puis on multiplie ce résultat par la densité 600kg/m³, par la chaleur spécifique du bois qui est 2 fois celle du béton et par une constante de 1.5 :

$$\frac{E_{stock}}{S} = 600 \cdot 2000 \cdot 0.091 \cdot 1.5 = 163 \text{ kJ/m}^2$$



F.293 Ce graphique nous montre les différences de capacité à emmagasiner de l'énergie pour différents matériaux et épaisseurs.

Cours extrait de Physique du Bâtiment III
Dr Jérôme KÄMPF

La ligne en pointillé correspond à un mur revêtu d'une plaque de 15mm de carton plâtre. Dans le cas des matériaux de maçonnerie, ils perdent de l'inertie contrairement au bois qui en gagne un peu. Le plâtre est fin et superficiel et a plus de chaleur spécifique volumique que le bois. Ainsi, revêtir l'intérieur d'une maison en bois avec une plaque de plâtre permet de gagner un peu d'inertie, inertie très active. En échange, le faire la même chose sur des structures très massives ou très denses comme le béton, fait perdre un peu d'efficacité à l'inertie.

Un mur de maçonnerie de plus de 12-15 cm d'épaisseur n'aura pas d'effet supplémentaire sur l'inertie journalière. Pour le bois, l'épaisseur effective est plus petite : 7-10 cm. Pour une surface plate.

Dans le cas du bois, il faut essayer d'augmenter la superficie de contact ou d'échange par exemple avec des poutres en bois apparentes au plafond, comme dans les photos antérieures. Cela

augmente et presque double la superficie d'échange ce qui rend l'inertie thermique plus active. Ce cas sera observé dans l'exemple du plafond de la maison Arboretum au chapitre 4.

Même si la masse et l'énergie emmagasinée semblent moins de la moitié avec le bois qu'avec les autres matériaux, le simple fait de doubler la superficie de contact permet presque d'égaliser la capacité active d'inertie thermique d'une cloison faite en maçonnerie à celle d'une en bois. Si l'on considère que le poids des matériaux implique une certaine quantité d'énergie grise en transport et manipulation, les meilleurs matériaux sont ceux qui sont les plus légers et les plus naturels.

De cette manière il est possible de quantifier et de valoriser l'inertie thermique des bâtiments ou des salles d'étude en tenant en compte du fait que revêtir la structure ou les matériaux lourds fait perdre le rôle de l'inertie. Une fois de plus, effectuer des isolations par l'extérieur ou dans le cas de réhabilitation énergétique laisser la structure existante à l'intérieur et revêtir avec une isolation l'enveloppe extérieure sont de bonnes méthodes pour obtenir un comportement plus stable thermiquement à l'intérieur d'un bâtiment. De plus, perfectionner l'isolation améliore le confort par le fait de réduire les superficies froides et réduire la demande directe statique de chauffage de la manière simple qui est de boucher les trous des constructions anciennes à l'époque desquelles on ne se préoccupe pas de ces critères.

3.3 Energie grise des matériaux

Tous les matériaux utilisés pendant la construction des bâtiments ont subi un traitement plus ou moins compliqué depuis l'extraction de la matière première jusqu'à la fabrication et la pose en chantier. .

Selon la provenance et le degré d'élaboration sa valeur en énergie grise sera très variable.

Quand on cherche à faire des bâtiments de très faible consommation énergétique il faut commencer très tôt à observer et évaluer l'énergie qu'il faudra consommer pour la construction. Il est nécessaire d'étudier d'un point de vue critique et constructif les tableaux de valeurs d'énergie grise de chaque matériel en fonction de son volume ou de son poids.

Nous verrons qu'il y a des bâtiments qui ont consommé énormément d'énergie pendant la construction. Cette énergie n'est pas récupérable. Il faudra que ces matériaux aient au moins une longue vie ou qu'ils soient réutilisables facilement.

Quand on souhaite approfondir cette question et chercher comme objectif à avoir un niveau très bas de consommation énergétique en général, on se rend compte que la réhabilitation ou le fait de pouvoir réutiliser au maximum les édifices existants nous permet en plus de préserver au mieux le patrimoine existant et de garder des liens avec le passé, de réaliser de grandes économies au niveau énergétique dans le sens où il ne faut pas re-fabriquer et repositionner tous les matériaux présents qui sont réutilisés et on ne doit pas traité les déchets.

Dans certains cas ces efforts pour réutiliser une partie des constructions existantes permettent de réaliser des économies intéressantes.

Nous avons réalisé un graphique avec un mètre carré type de dalle. Ce graphique compare 4 cas de systèmes constructifs.

Le premier est un système conventionnel de mur en brique avec une isolation de 6cm juste pour atteindre les normes CTE.

Le deuxième modèle est identique que précédemment mais avec une isolation de 20cm.

Le troisième modèle est une ossature bois avec caissons remplis d'isolant.

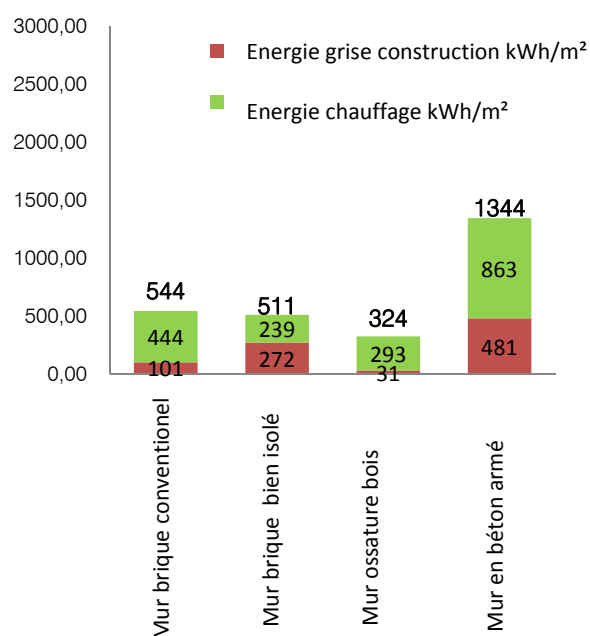
Le quatrième est un mur de béton avec isolation intérieure de 6cm.

De plus, nous ajoutons au graphique, en fonction de la composition, la valeur ou coût énergétique durant son utilisation pendant plusieurs années.

La comparaison est intéressante : après 20 ans, on voit que 2 systèmes devront "payer" plus d'énergie grise dû à sa fabrication que celle qui ne s'est pas échappée par l'enveloppe.

Au bout de 40 ans, on voit une grande différence entre ce que consomme l'un ou l'autre aussi bien comme utilisation que comme énergie grise.

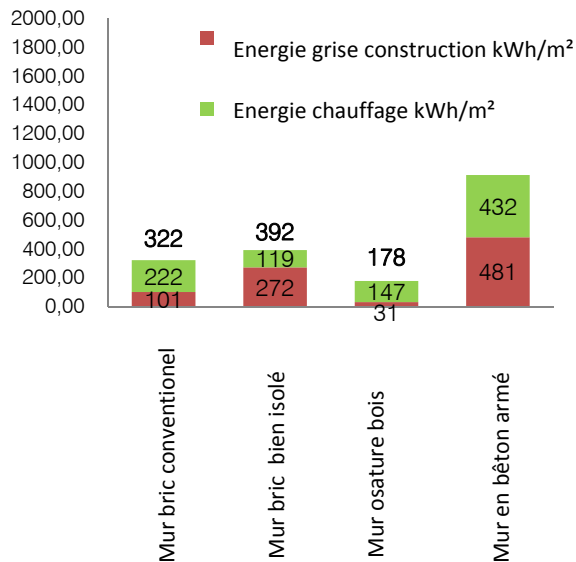
Energie grise plus énergie d'usage consommée par m² de mur pendant 40 ans



F.294 Graphique au bout de 40 ans. Le mur en brique isolé avec 20cm de polystyrène total de 511 kWh/m² a consommé plus pour sa fabrication que pour son usage. Même s'il ne consomme pas beaucoup d'énergie grise, il est plus gourmand en énergie totale que dans l'exemple de celui en ossature bois. Si on veut diminuer sûrement la consommation globale d'énergie il est nécessaire

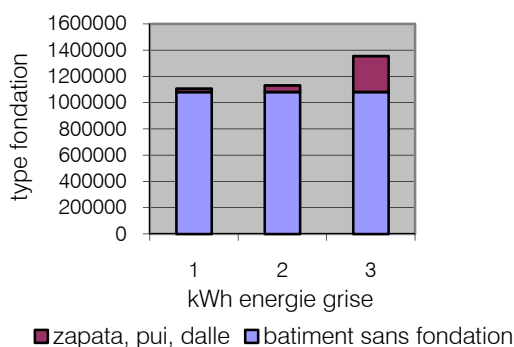
d'utiliser des matériaux de faible énergie grise et en particulier des matériaux d'origine naturelle peu transformés, comme le bois et les isolants naturels tels que la laine de mouton.

Energie grise plus énergie d'usage consommée par m² de mur pendant 20 ans



F.295 Graphique au bout de 20 ans. L'énergie grise est la même que pour 40 ans mais l'énergie d'utilisation est la moitié. Le système bois et isolation naturelle a des résultats plus faibles de par sa faible inertie thermique.

proportion energie grise fondation



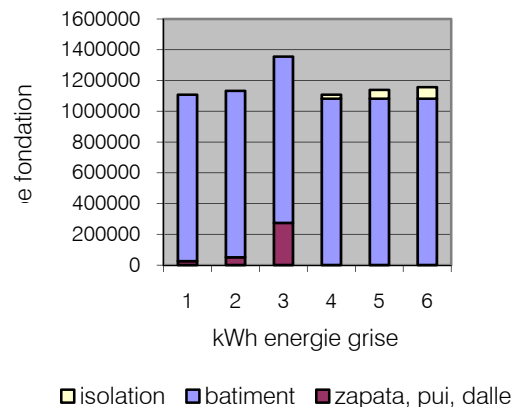
F.296 Le poids d'énergie grise d'un bâtiment selon le type de fondation.

1 pour fondation avec semelle filante

2 avec fondation des puits en béton maigre

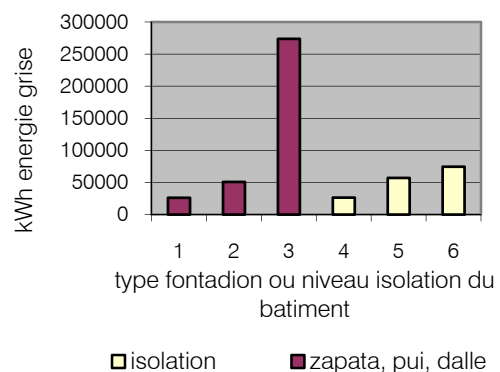
3 fondation avec dalle en béton armé de 30cm d'épaisseur.

proportion d'énergie grise fondation



F.297 graphique qui représente le total d'énergie grise pour un bâtiment de type logements et la proportion d'énergie dépensée selon le type de fondation et selon le niveau d'isolation du bâtiment.

proportion d'énergie grise fondation



F.298 Graphique qui représente la valeur d'énergie grise pour un bâtiment selon le type de fondation en violet et l'épaisseur d'isolation en jaune.

Les 1, 2, 3 représentent une fondation par 1 semelle filante, 2 par puits ou par 3 radiers en béton. Les 4, 5, 6 représentent l'énergie grise de l'isolant selon le 4 CTE5 *Minergie* ou 6 Passif.

On remarque que l'impact du type de fondation est beaucoup plus élevé que le niveau d'isolation du bâtiment.

On peut réfléchir au niveau structural du bâtiment pour réduire sa structure et ainsi réduire l'énergie grise dépensée et l'investir là où le profit sera plus élevé.

3.4 Impact du transport

IMPACT DU TRANSPORT PENDULAIRE OU DE RESIDENCE SECONDAIRE

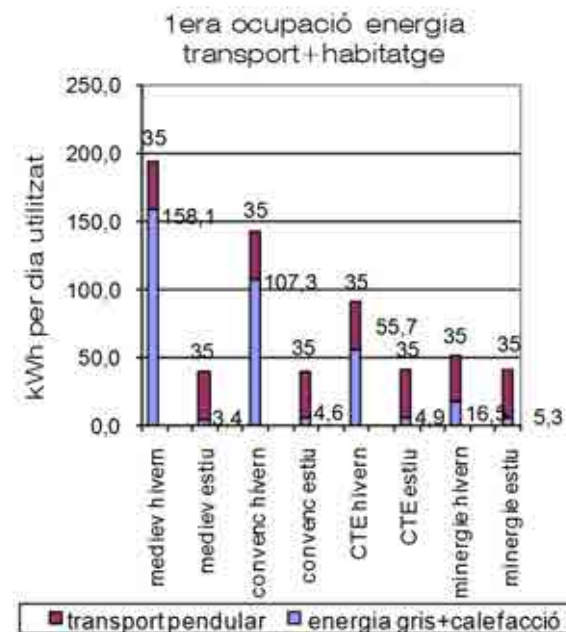
Dans les graphiques suivants nous étudions l'ordre de grandeur de la consommation d'une habitation type de la zone urbaine X de maisons mitoyennes NS de 216m².

On tient en compte son énergie grise de construction plus l'énergie consommée par son utilisation en fonction des jours utiles ce qui correspond à l'énergie de chauffage en hiver et seulement l'énergie grise de l'été.

L'autre paramètre en relation est la consommation de combustible d'une voiture particulière qui réalise les déplacements pendulaires ou journaliers pour les cas de première résidence et estimés à 30km ou à 220 km le week-end.

Cette distance représente approximativement la séparation entre la zone métropolitaine de Barcelone et un lieu des Pyrénées.

La consommation estimée du tourisme est de 8 litres de combustible chaque 100 km parcourus pour un véhicule de classe moyenne essence.



F.299 Graphique de première occupation ou de résidence habituelle avec pendularité journalière de 30km. En période d'été on prend en compte seulement la répercussion de l'énergie grise.

On observe que dans le cas d'habitations mal isolées, la consommation du véhicule représente 1/3 du total de l'habitation les jours d'hiver.

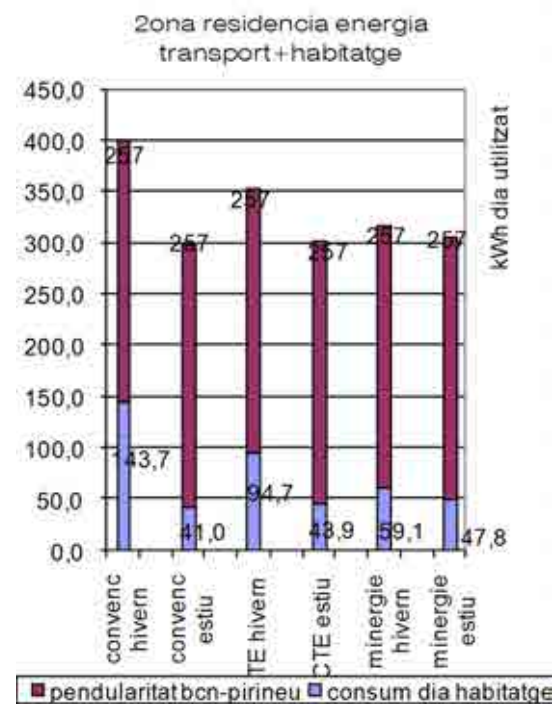
Mais même les jours d'hiver et dans le cas Minergie, la consommation du véhicule double la consommation de l'habitation. Il est important

d'optimiser l'énergie des transports en utilisant les transports en communs ou en optant pour des véhicules qui consomment peu ou le covoiturage ou le vélo.

Une construction CTE-HE sans transport privé équivaut, en hiver, à une maison MINERGIE avec 30 km de transport pendulaire journalier.

Dans le cas de la répercussion du transport privé de la résidence secondaire, à cause du manquement de transports publique pour arriver aux petits villages du territoire, il est encore plus probable que la proportion d'énergie consommée pour le transport dépasse celle consommée par l'habitation.

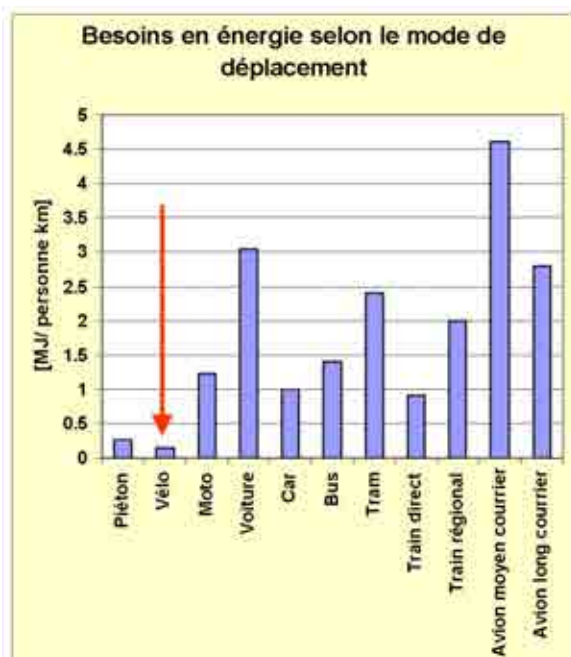
Enfin, dans le cas des habitations très mal isolées, l'énergie des déplacements le week-end double la consommation en énergie de chauffage et en énergie grise du bâtiment.



F.300 Graphique de la proportion énorme du poids énergétique du transport privé dans le cas des résidences secondaires de montagne quand les déplacements sont de 200Km pour l'aller simple.

Dans le cas des bâtiments *Minergie*, l'énergie du transport est jusqu'à 5 fois celle du bâtiment.

Il est évident que si on veut faire des efforts pour réduire les dépenses énergétiques, il faut agir sur le type de transport ou sur la durée des périodes de vacances : elles devraient être plus longues et moins fréquentes ; ou bien il faudrait optimiser et développer les transports en commun ce qui diminueraient aussi le besoin d'infrastructure.



F.301 Graphique qui compare l'énergie nécessaire pour parcourir une distance selon le moyen de transport.
Source : cours du Master Développement Durable EPFL
Impact des transports prof. Jean Bernard Gay.

On observe dans ce graphique que le seul objet que l'homme a développé en tant qu'inventeur et créateur des moyens de transport qui optimise l'énergie nécessaire pour se déplacer est le vélo. Il permet de réduire presque d'un facteur 4 la dépense énergétique par rapport à la marche à pied. Ainsi pour le même effort on va 4 fois plus loin avec le même temps.

Il faut donc encourager l'utilisation du vélo comme moyen de transport pour des trajets courts tels que les classiques mouvements pendulaires journaliers.

3.5 L'importance de l'utilisateur

Indépendamment de la position du bâtiment, des systèmes constructifs et de les installations présentes, le rôle de l'utilisateur, quelque ce soit l'utilisateur final ou la personne responsable de la gestion du bâtiment, influera évidemment sur la consommation finale des ressources énergétiques.

Aussi bien en été qu'en hiver, leurs agissements permettront d'optimiser le fonctionnement du bâtiment et de sa demande énergétique.

Au niveau des installations et, par exemple, du thermostat, on peut programmer les consignes selon les moments de la journée, de la semaine, selon la météorologie extérieure et les fréquences d'utilisation.

Mais il y a des facteurs importants qui dépendent seulement des habitudes ou de la volonté de l'utilisateur pour intervenir et améliorer le comportement du bâtiment.

Durant l'hiver, il y a une série d'attitudes favorables:

Durant les heures de soleil, il faut veiller à ce que les surfaces vitrées où arrive le soleil soient découvertes de tout obstacle qui puisse diminuer la quantité de rayonnement et d'énergie qui entrent dans le bâtiment. Il faut surveiller que les protections solaires soient relevées et qu'il n'y ait pas d'éléments comme les rideaux qui renvoient une partie de la radiation vers l'extérieur. Si les surfaces sur lesquelles tape le soleil sont sombres, cela améliore l'absorption de l'énergie solaire en énergie thermique qui émet des infrarouges qui ne sortiront pas par les vitres. De plus cela évitera les situations d'éblouissement. Durant la nuit, s'il y a des éléments de protection solaire, qu'ils soient internes ou externes, ils sont utiles pour réduire les pertes thermiques des surfaces vitrées, moins isolantes que les parties opaques.

En particulier les protections solaires extérieures, même si elles sont ventilées et qu'elles ne créent pas une chambre d'air fermée les fermer durant la nuit l'hiver, permet de limiter les radiations froides de la voûte céleste. Si le ciel est clair, la température de radiation du ciel est entre -20 et -30°C. Mais il faut les ouvrir la journée.

Les périodes de ventilations et de rénovation de l'air intérieur devront être aussi choisies par l'utilisateur en tenant compte de la durée et du moment de la journée le plus intéressant.

La prévision météorologique du jour suivant aussi est importante dans le but d'anticiper la demande énergétique ou température intérieure. Ainsi, par exemple, si la prévision du lendemain annonce un

grand ensoleillement, on peut laisser descendre la température minimale durant la nuit car on sait que le soleil du lendemain la fera remonter. Il ne faut pas utiliser d'énergie extérieure pour réchauffer l'intérieur sinon avec la radiation solaire en plus on risque d'avoir trop chaud.

Par contre si un temps couvert est annoncé, on peut garder une température stable à l'intérieur vu qu'il n'y aura pas d'apports solaires importants.

Connaître les usages prévus du bâtiment est aussi un point important pour anticiper et prévoir les arrivées et sorties des gens ou les utilisations ponctuelles qui génèrent un apport interne important.

Toutes ces stratégies citées n'apportent pas beaucoup de nouveauté et semblent des pertes de temps et pourtant les suivre ou non engendre une grande différence dans le résultat final. De plus, il s'agit seulement de les connaître et d'en prendre l'habitude.

Il existe d'autres attitudes déjà très connues pour économiser l'énergie telles qu'éteindre et débrancher tous les appareils électriques non utilisés dans le but de diminuer la demande énergétique ou ne pas allumer la lumière si ce n'est pas nécessaire. On sait que la lumière naturelle de part sa composition et sa couleur s'adapte bien mieux aux biorhythmes de notre organisme et l'aide à se repérer dans le temps et dans la journée. Cette relation de notre organisme avec l'extérieur est nécessaire et positive.

Pour ces raisons, les espaces de lumière naturelle sont très importants.

L'architecte Daniel Tigges, Master d'architecture et énergie en environnement à la UPC, dans sa thèse sur l'exportation de la marque Minergie dirigée par le Dr. Albert Cuchí, nous explique le rôle et l'importance d'une bonne gestion des bâtiments que doit faire l'utilisateur, été comme hiver, surtout lorsqu'il y a de grandes surfaces vitrées qui permettent une captation solaire importante.

Pendant l'été, l'objectif principal de l'utilisateur est d'éviter que la radiation solaire directe entre à l'intérieur afin que le bâtiment ne soit pas trop chaud.

Durant la nuit ou dès que la température extérieure est plus basse que celle de l'intérieur, il faut ouvrir les fenêtres ou les éléments prévus pour cela afin de profiter de ventilation naturelle qui abaissera la température naturellement.

Ces points concernent le domaine énergétique mais il en est de même pour l'eau. Un utilisateur

conscient qui veillera à ne pas gaspiller l'eau arrivera au même but : une consommation modérée d'eau.

Un autre exemple de l'importance du comportement de l'utilisateur est celui de l'apparition des moisissures dans une maison. Lorsqu'il s'agit d'habitations louées, le locataire accusera le propriétaire des mauvaises conditions de la maison et le propriétaire accusera le locataire de ne pas aérer suffisamment pour faire partir l'humidité.

Pour résoudre ces conflits très habituels en Suisse car la location est très courante et que les températures froides accentuent les ponts thermiques et l'apparition des moisissures, la norme suisse SIA 180 définit clairement les seuils d'humidité en dessous desquels il n'y a pas de risque de moisissure en fonction de la température extérieure. Pour un intérieur à 20°C lorsqu'il fait 0°C dehors on peut tolérer une humidité relative de 50%. Si elle est supérieure et que des moisissures apparaissent, le problème vient de l'utilisateur qui ne ventile pas suffisamment.

Cette problématique est expliquée dans le livre *Éco Confort pour une maison saine et à basse consommation d'énergie* écrit par Claude-Alain Roulet, page 91, publié par Presses polytechniques et universitaires romandes en 2012.

Le niveau de fonctionnement d'un bâtiment et de la consommation d'énergie externe variera en fonction du bâtiment lui-même mais en général, il peut y avoir une variation de 30% sur le résultat de la consommation réelle lorsque la même maison est utilisée par des utilisateurs différents.

On pense opportun de faire cette précision car précédemment on parlait beaucoup de chiffres qui ne sont pas une prévision exacte de ce qui se passera mais plutôt une référence approximative pour comparer deux situations différentes et pouvoir mettre en avant les pour et les contre.

3.6.- Aigua

Consum domèstic:

Les dotacions màximes admissibles d'abastament urbà d'aigua, determinades pel *Ministerio de Obras Públicas, Transportes i Medio Ambiente* per a la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre estan establertes en l'annex 1 de l'Ordre Ministerial de 24 de setembre de 1992, per a poblacions de menys de 10000 habitants, amb una activitat industrial i comercial baixa són de 210 litres per habitant i dia (220 l/hab/dia per l'horitzó de 212).

Aquestes dotacions es refereixen a volums subministrats i contenen, per tant, les pèrdues en conduccions, dipòsits i distribucions, i tenen com a finalitat fixar unes dotacions en funció de les necessitats i fomentar l'ús racional de l'aigua.

El turisme, a més, s'ha introduït com a agent econòmic modificador de l'estructura de vida als Pirineus. L'estacionalitat estival i hivernal caracteritza el règim poblacional dels pobles dels Pallars.

Segons les dades del Pla territorial de l'Alt Pirineu i Aran, estima les següents proporcions per a l'estacionalitat de l'ocupació dels pobles;

Població permanent (veïns)

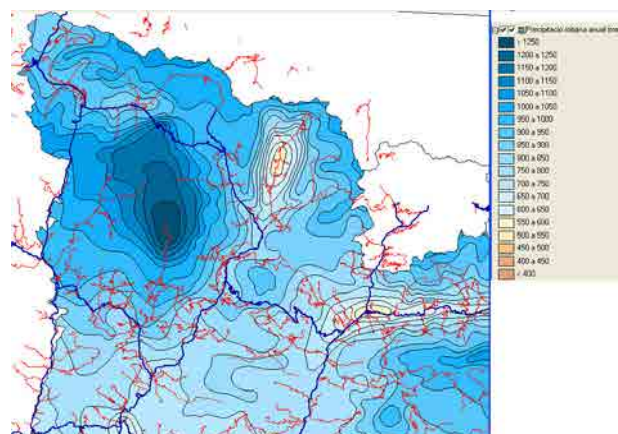
Caps de setmana = 2*població permanent

Juliol i Agost = 4*població permanent

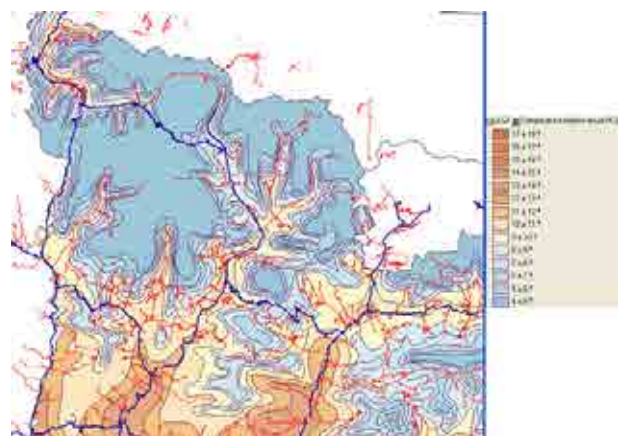
3.6.1. Aprofitament de l'aigua de pluja

La precipitació mitjana anual en la zona del Pirineu principalment estudiada es molt variada.

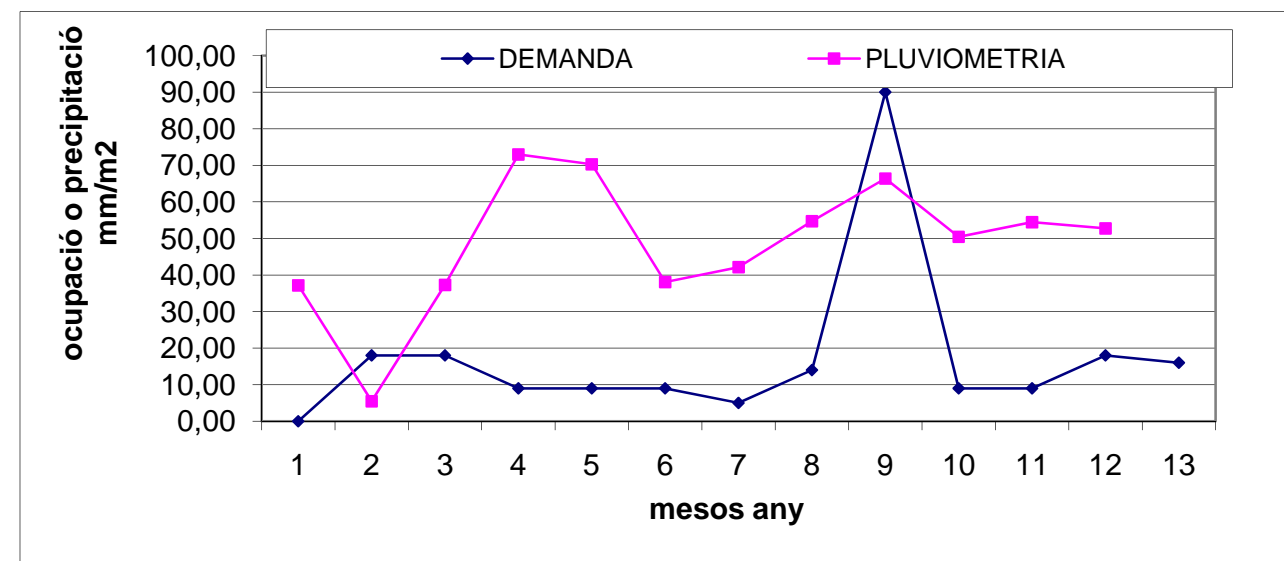
En pocs quilòmetres pot variar de 600 a més de 1200 mm per any.



F.302 Precipitació mitjana anual a l'Alt Pirineu.



F.303 Relació amb la temperatura mitjana anual.



F.304 Gràfic de la distribució de la pluvimetria anual i de la demanda en el cas de les segones residències en el cas típic del Pirineu.



F.305 Imatges de la instal·lació de recollida d'aigua de pluja dels dipòsits de 2000 litres a Montcortés.



F.306 Esquema genèric del sistema de recollida i reutilització de l'aigua de pluja de la coberta.

Tan en la zona del Pirineu com a la plana, la pluviometria no es molt elevada i la disponibilitat d'aigua no es molt elevada, resulta interessant instal·lar dipòsits d'aigua pluvial per aprofitar l'aigua que cau sobre la coberta. Que per poc que sigui com a Lleida, amb una pluviometria de 300 litres per metre quadrat per una coberta de 100m² representa un aprofitament de 30m³. Econòmicament avui encara no es directament rentable però vist que els últims anys el preu de l'aigua puja molt més que el IPC es possible que a mig termini sigui també econòmicament rentable fer la instal·lació.

De totes maneres la qualitat de l'aigua per al reg es millor que la de xarxa ja que no porta clor pel tractament. I al no utilitzar-la per l'aigua de boca no cal fer-li cap tractament ni cal preocupar-se per la seva potabilitat.



F.307 Imatge de dipòsit pluvial enterrat de 6500L autoportant a la casa Arboretum de Lleida. Aquest dipòsit subministra l'aigua dels wc i pel reg previ un filtre.



F.308



F.309 i F.308 Imatges de una construcció rural al Jura suís en la qual es crea una coberta de xapa inclinada còncava per tal de recuperar l'aigua de la pluja i alimentar un dipòsit situat al seu interior i des d'allí abastir uns abeuradors per als animals. Amb unes superfícies de uns 80m² i un cost relativament baix i ben integrat a l'entorn ja que es situa dins d'un edifici de pedra en ruïna, s'aconsegueix una captació d'aigua important.

3.6.2. El llacunatge, com a sistema natural de reciclatge de l'aigua.

Tractament de l'aigua utilitzada.

Llacunatge com a opció de tractament i reaprofitament de l'aigua en els nuclis petits de muntanya.

Tractaments previs.

Desbast.

Primer de tot cal evitar l'entrada d'elements sòlids en el sistema de llacunatge, per evitar l'obstrucció de registres i canonades i millorar l'aspecte i funcionament de les llacunes, fet que s'aconsegueix amb la instal·lació d'un tamís en el canal d'entrada amb una separació entre barres de 25mm.

El material desbastat es retirarà periòdicament amb l'ajuda d'un rasclet, i es deixarà assecar i es durà al sistema de tractament de residus pertinent.

Seguit del tamís de desbast s'instal·la un aforador per mesurar el cabal, tipus Parshall. El mesurador tipus Parshall està inclòs entre els mesuradors de règim de flux crític.

L'amplada del canal Parshall és de 15,2 cm (S. Rolim) pel que es podrà conèixer el cabal aplicant l'expressió $Q = 0,381H^{1,58}$ on H és l'alçada de la làmin a d'aigua.

Eliminació de sorres

Amb la construcció d'un canal (amb derivació) de sedimentació, s'intervé sobre el règim del flux de les aigües residuals reduint la velocitat d'escolament i permetent així la sedimentació dels sòlids en

suspensió. La velocitat ideal és de 0,3 m/s ja que per a velocitats inferiors a 0,15 m/s s'aconseguiria la sedimentació de llots i matèria orgànica en suspensió, i només interessa l'eliminació de sorres.

Seguit del canal de sedimentació de sorres s'instal·laria un canal Parshall per avaluar el funcionament del sedimentador.

Periòdicament es varia el recorregut del canal de sedimentació i s'extreuen les sorres dipositades.

El sistema del llacunatge compta de tres fases;

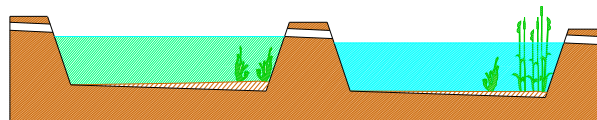
La llacuna anaeròbia, on entra l'efluent dels tractaments previs, l'aigua residual sense sòlids suspesos ni sorres. En aquesta primera llacuna, es donen reaccions bacterianes de degradació de la matèria orgànica en absència d'oxigen. És en aquesta fase en que es produeixen substàncies volàtils, com àcids orgànics, metà... fet que pot provocar males olors. La reducció de DBO₅ en aquesta fase és petita, no obstant es produeixen moltes reaccions que descomponen la matèria orgànica en compostos més simples.

En aquest tipus de llacunes es forma una crosta superficial que ajuda a mantenir les condicions anaeròbies.

Les condicions operatives varien entre 15 i 40°C i pH entre 6,2 i 7,8 (Middlebrooks 1982). És per això que els mesos d'hivern l'eficiència de la llacuna anaeròbia baixarà de manera important. Tot i que la temperatura de l'efluent es considera bastant constant al llarg de l'any, per l'efecte de l'aigua calenta sanitària a l'hivern, es preveu una disminució en el rendiment de les reaccions anaeròbies.

La temperatura mitjana anual del desguàs dels petits pobles es considerada de 16°C.

La llacuna facultativa



F.310 llacuna facultativa i zona aeròbica

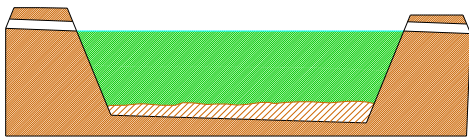
El funcionament d'una llacuna facultativa rau en l'acció metabòlica de les bactèries heteròtrofes facultatives, que poden desenvolupar-se tant en un medi aerobi com anaerobi, tenint creixements més ràpids en un medi aerobi.

El disseny de la llacuna facultativa està fet en funció d'una màxima aeració de la llacuna, disposant-la en màxima superfície a favor dels vents dominants.

La reducció de coliformes fecals i l'estabilització de matèria orgànica en una llacuna facultativa és molt important.

En la llacuna facultativa se sedimenten llots provinents de compostos sedimentables, així com cèl·lules mortes, i és una zona d'acció anaeròbia.

En la zona facultativa es produeixen reaccions de desnitrificació, mentre que a la zona aeròbica es produeixen reaccions de fotosíntesi, nitrificació i formació de biomassa. El color de les llacunes facultatives és d'un verd intens, per la gran presència d'algues fotosintètiques, característic d'aigües eutrofitzades.



F.311 Llacuna aeròbica

Les llacunes aeròbies o de maduració, són l'estadi final del llacunatge on entren unes aigües residuals amb un contingut mitjà de nutrients, inorgànics i orgànics, i amb un nivell de virus i bacteries patògenes bastant reduït.

En aquest tipus de llacunes una mica menys profundes que les facultatives, hi ha menys demanda d'oxigen dissolt, i amb la fotosíntesi i l'aeració superficial s'aconsegueix un medi aeròbic en tota la columna d'aigua.

L'eliminació de patògens té una relació directa amb la temperatura, al tenir menys profunditat s'aconsegueix una major temperatura per acció de la radiació solar, essent màxima en els mesos d'estiu.

En aquestes llacunes s'aconsegueix una eliminació gairebé total dels agents patògens i una gran nitrificació dels compostos amoniacals.

L'aigua efluent de les llacunes de maduració té una concentració esperada d'agents patògens i contaminants inferior a la exigida per llei per abocament directe al riu, o per usos agrícoles.



F.312 Imatge muntada d'un sistema de tractament per llacunatge..



F.313 Imatges de la llacuna a punt per ser utilitzada al nucli de Buseu al Pallars Sobirà com a depuració de la casa del poble d'observatori de fauna.



F.314 Imatge d'un sistema de tractament per llacunatge a un edifici plurifamiliar a Ginebra 2011.

4.- EXEMPLES CONSTRUÏTS.

S'analitzen una sèrie d'edificis que estan construïts en llocs diferents que segons les previsions han de tenir un bon comportament energètic i que s'ha fet un seguiment durat el seu funcionament real.

En la següent gràfica es fa un comparatiu entre la demanda energètica per calefacció durant un any, en aquest cas el consum real suposant l'edifici ocupat durant tot l'any, comparat amb els graus dia del lloc concret.

D'aquesta manera podem posar dins de la mateixa gràfica resultats d'edificis en situacions molt diferents.

Els graus dia ens indica dels dies que la temperatura mitja és inferior als 16.5°C i es multiplica les hores que està durant l'any la temperatura per sota els 16.5°C a l'exterior per la ΔT diferencia de temperatura entre l'exterior i l'interior suposat a 18°C. Aquest valor ens dona una idea del fred que fa en una zona determinada i la demanda estàndard de calefacció.

S'agafa la temperatura de 16.5°C a partir de protocols existents ja que és la temperatura mitja exterior a partir de la qual es considera que no cal aportar energia per calefacció ja que els aportats interns en habitatges ho compensen.

Dins de la mateixa gràfica s'ha representat les exigències mínimes del CTE-HE-1 que representa el consum que se li permet segons aquesta normativa a un edifici segons la seva ubicació. Li hem aplicat el càlcul suposant un sistema constructiu que compleix mínimament el CTE-HE i els graus dia iguals que els d'altres exemples estudiats, com Lleida a 200 metres, Claverol a 800 metres i el refugi colomina a 2.400 metres.

Tots els exemples elegits, com era la voluntat i els criteris d'aquesta tria són edificis de molt alta eficiència energètica. I sigui quina sigui la seva localització climàtica mes o menys fred, els seus consums de

calefacció anuals estan per sota dels 30kWh/(m²anys). En canvi si mirem la tolerància de consum del CTE al clima E1 no fa cap consideració si està a 800 metres o a mes, quan les condicions climàtiques són molt diferents. Tot hi que és cert que la proporció d'edificis que es construeixen sobre els 1000 metres no és molt alta no és obvia.

(...) perquè rehabilitar amb eficiència?

Qualsevol edificació nova pot reduir la emissió de la seva energia útil, però és molt difícil reduir molt més del 66% l'energia grisa (un sistema constructiu totalment orgànic) Per tant construir sempre suma emissions. És evident que si rehabilites no sumes energia grisa i restes energia útil o sigui restes CO2 (...)per això els estats europeus han aprovat lleis que obliguen a renovar el seu estoc nacional. (German Energie Conservation Act 2004, Climate change Act 2008 UK) (...)

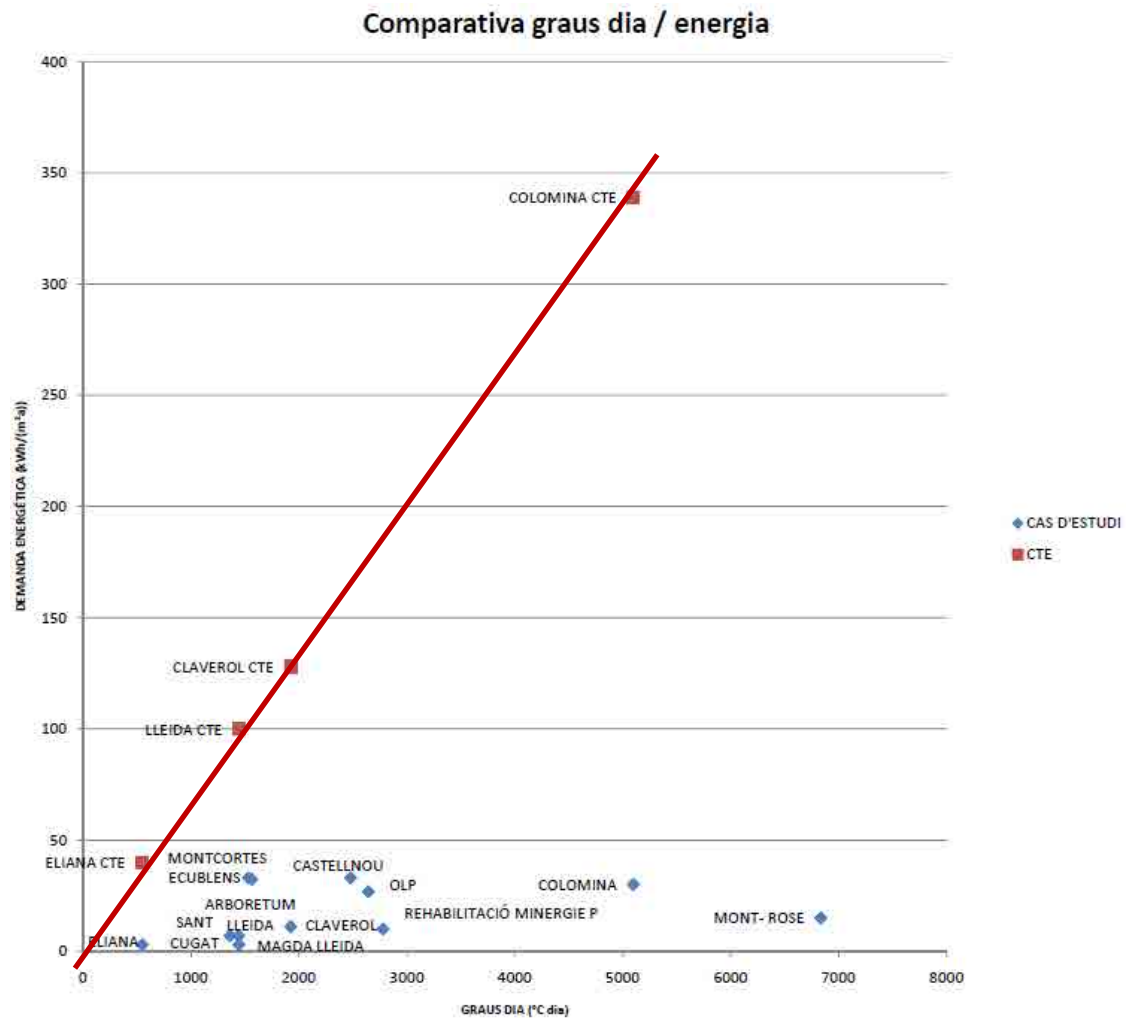
Rehabilitar amb eficiència l'edificació d'alta muntanya, amenaça o oportunitat?

Des de PAuS entenem que les inèrcies culturals es converteixen en barreres normatives, que la realitat econòmica s'encarrega de derrocar. No es tracta de convertir l'edificació d'alta muntanya en un mostrari d'artefactes, però tampoc es pot defensar una visió historicista amb normes que dificultin adaptar-se als nous temps /exigir la col·locació de pissarra en entorn en què les pedreres es van esgotar per haver de transportar-la, exigir la pedra vista quan sabem que si es podia es revocava i aïllar aper fora evita els ponts tèrmics és molt més eficient (...) l'eficiència energètica és una altra condició dels nostres socis europeus. Són noves regles de joc i un nou mercat amb nous materials, noves tècniques i noves empreses.

Fragment dels arquitectes Coque Claret i Dani Calatayud al llibre "la Casa al Pirineu, evolució arquitectura i restauració" a la pàgina 205.

Estàndards energètics europeus, com el Minergie o el Passivhaus, no demanen uns sistemes constructius o gruixos d'aïllament segons el lloc sinó que marquen un sostre màxim de consum energètic i el projectista ja calcularà segons el lloc quins gruixos d'aïllament o altre estratègies utilitzarà per mantenir-se per sota de les demandes

màximes de consums energètics. Aquesta manera de regular la qualitat constructiva i la eficiència energètica també permet adaptar-se millor a cada microclima o lloc particular, com per exemple avaluar la capacitat de captació solar d'un edifici segons la seva forma i segons les seves obstruccions solars.

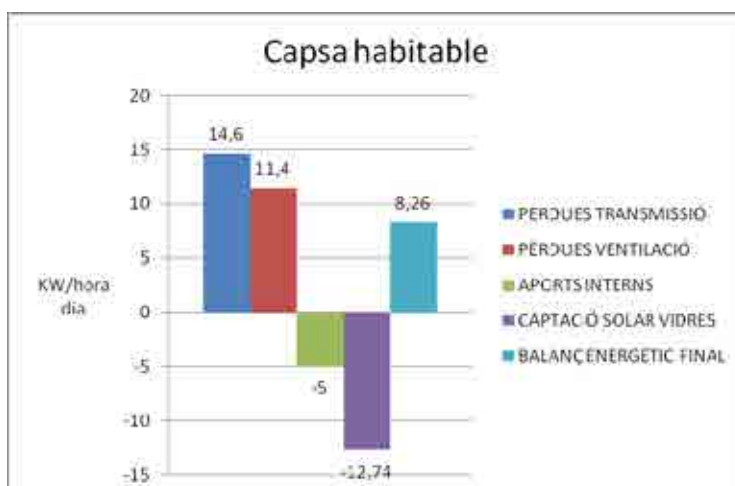


CAS D'ESTUDI	GRAUS DIA (°C dia)	DEMANDA ENERGÈTICA (kWh/(m²a))
SANT CUGAT	1359	7
ARBORETUM LLEIDA	1443	7
MAGDA LLEIDA	1443	3
LLEIDA CTE	1443	100
CASTELLNOU	1532	33
MONTCORTES	1560	32,4
CLAUEROL	1923	11
CLAUEROL CTE	1923	128
ECUBLENS	2478	33
OLP	2644	26,8
REHABILITACIÓ MINERGIE P	2780	10
COLOMINA	5097	30
COLOMINA CTE	5097	339
MONT-ROSE	6837	15

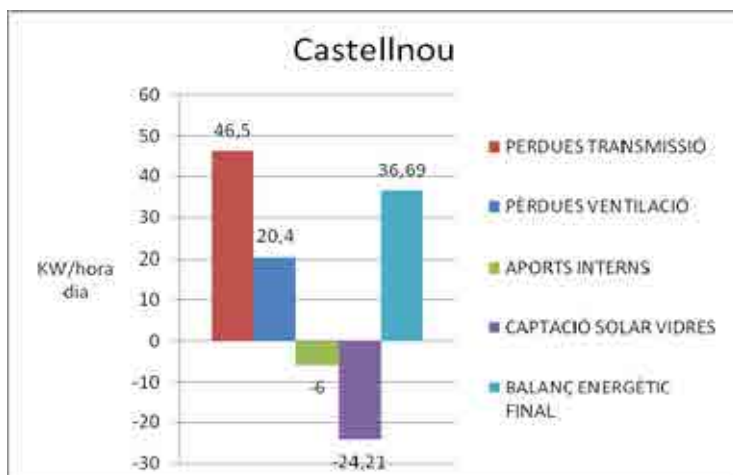
TAULA COMPARATIVA DELS EXEMPLES EN UN DIA D'HIVERN ASSOELLAT

	PÈRDUES TRANSMISSIÓ	PÈRDUES VENTILACIÓ	APORTS INTERNS	CAPTACIÓ SOLAR VIDRES	ΔT INT-EXT	BALANÇ ENERGÈTIC FINAL	ALTITUD	GRAUS DIA	DEMANDA ENERGÈTICA ANUAL kWh/m2a
Monte Rosa Zermat	92	44	-27	-109	28	0	2880	6837	15
Casa Clavensol	21	5	-4	-29	14	-7	800	1923	11
Refugi Colomina	16	4	-8	-11	24	1	2400	5097	30
Casa Arboretum	37	9	-6	-48	14	-8	180	1443	7
Casa Grogas	49	22	-27	-109	14	-65	58	1359	7
Olp	24,65	8,64	-4	-16,7	15	12,59	1600	3125	25,2
Montcortes Hereu	56,8	27,86	-4,5	-37,48	14	42,68	1100	2644	26,8
Castellnou	46,5	20,4	-6	-24,21	15	36,69	490	1560	32,4
Ecublens	85	1	-6	-96	24	-16	440	1532	33
Vilardé	11,64	9,6	-4	-13,9	16	3,34	1255	2835	9,5
Lleret	21,04	9,14	-6	-15,74	16	8,44	1392	2920	19,2
Capsa habitable	14,6	11,4	-5	-12,74	14	8,26	800	1923	42,5
Casa Magda	36,1	6	-6	-32,3	14	3,8	180	1443	5,4

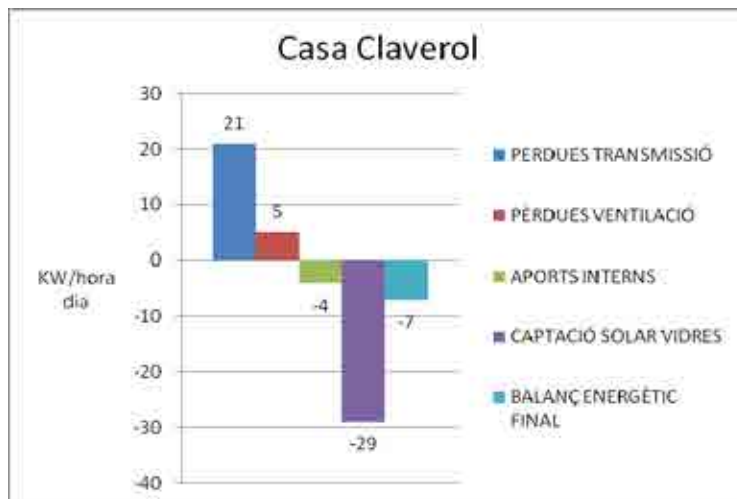
Gràfiques del balanç energètic en un dia d'hivern assolellat:



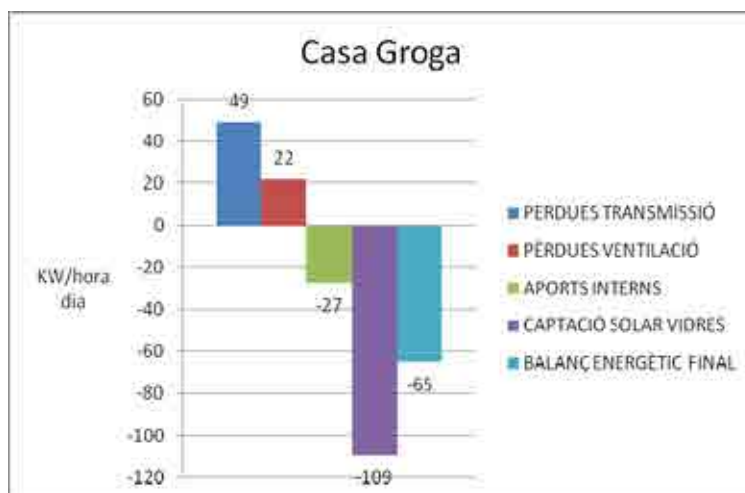
Projecte: Capsa habitable
Ubicació: La Pobleta de Bellveí, Pallars Jussà
Arquitecte: Josep Bunyesc
Any construcció: 2006



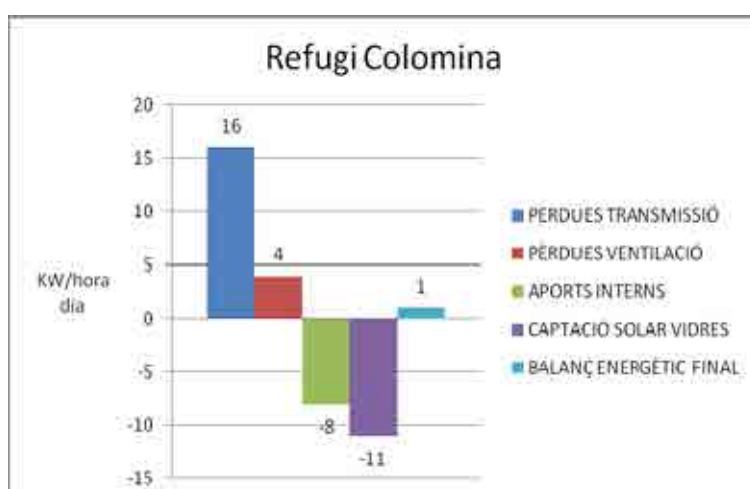
Projecte: Reforma i ampliació d'habitatge
Ubicació: La Segarra
Arquitecte: Josep Bunyesc
Any construcció: 2010-12



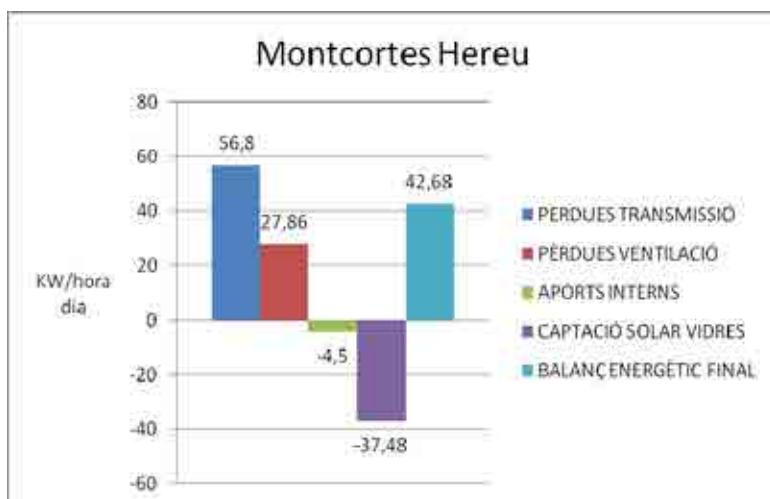
Projecte: Casa unifamiliar a Claverol
Ubicació: Claverol, Pallars Jussà
Arquitecte: Josep Bunyesc
Any construcció: 2011



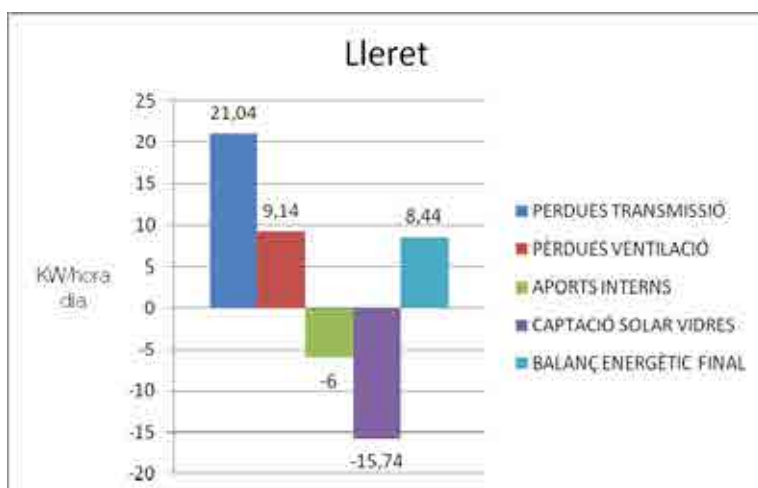
Projecte: Reforma i ampliació d'habitatge
Ubicació: Sant Cugat, Vallès Occidental
Arquitecte: Josep Bunyesc
Any construcció: 2010-2011



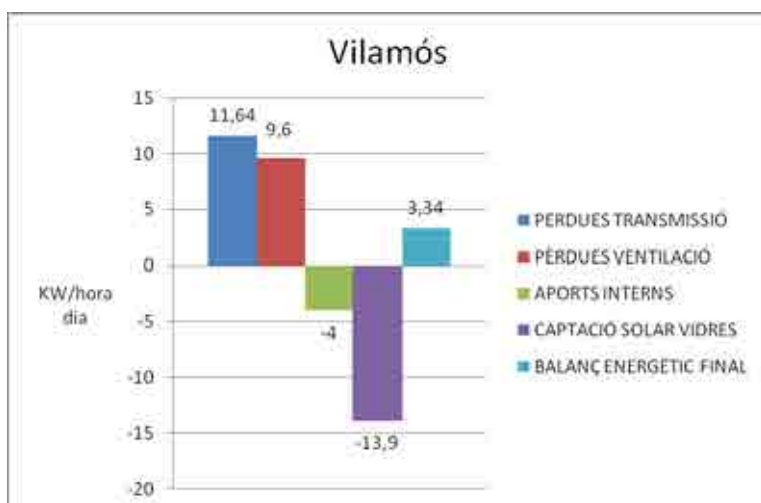
Projecte: Ampliació del refugi de Colomina
Ubicació: Pallars Jussà 2400m
Arquitecte: Josep Bunyesc
Any construcció: 2010



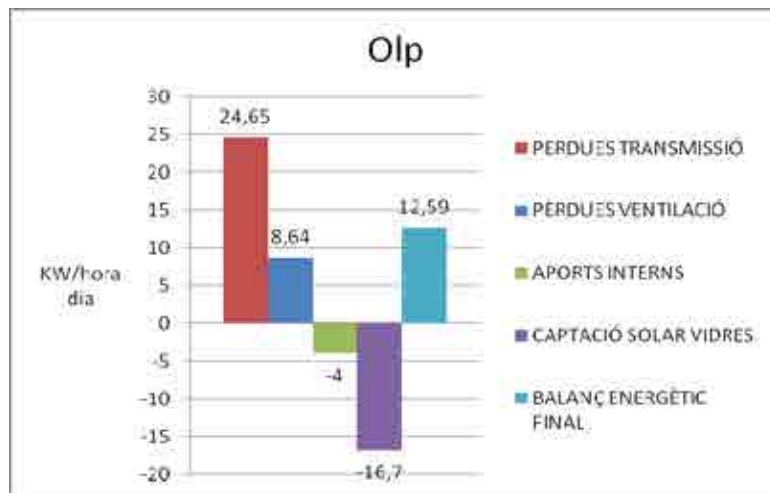
Projecte: Habitatge en antic galliner
Ubicació: Montcortés, Pallars Sobirà
Arquitecte: Josep Bunyesc
Any construcció: 2010-11



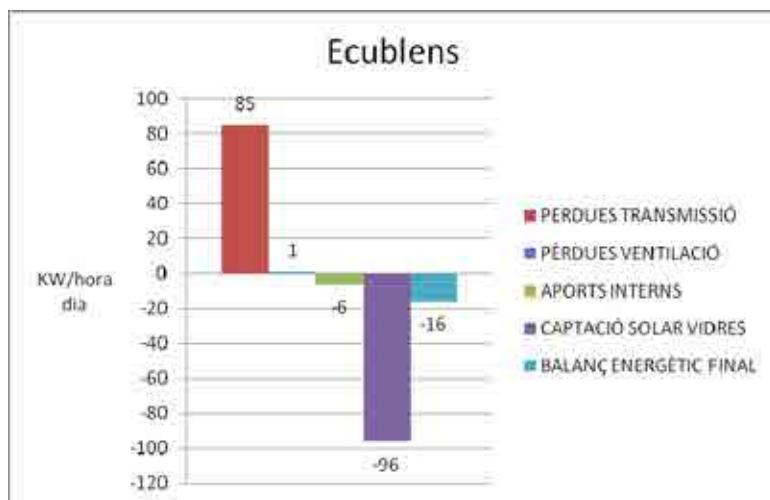
Projecte: Habitatge en antic paller
Ubicació: Lleret, Pallars Jussà
Arquitecte: Josep Bunyesc
Any construcció: 2012



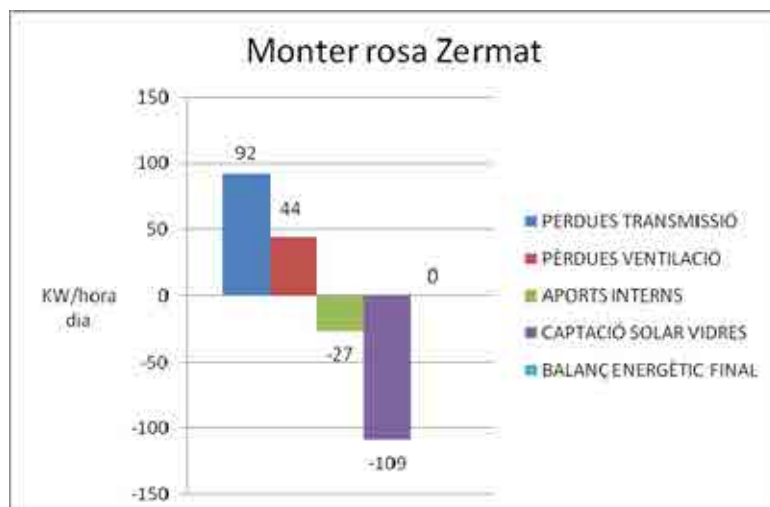
Projecte: Ampliació d'habitatge
Ubicació: Vilamós, Valh d'Aran
Arquitecte: Josep Bunyesc
Any construcció: 2012



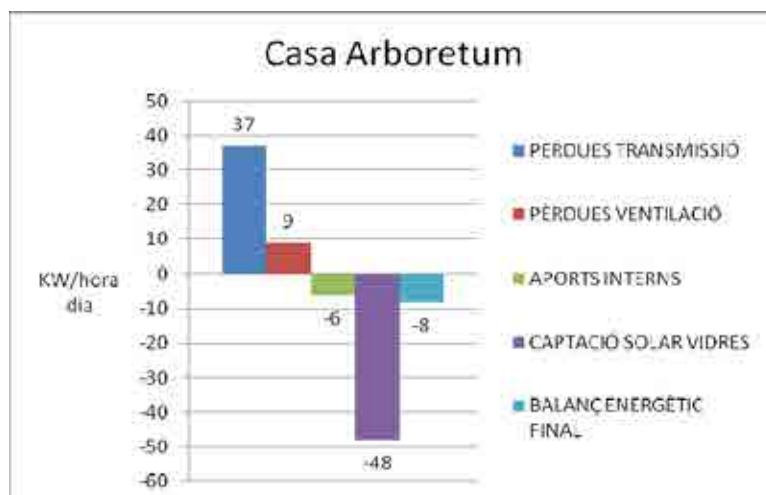
Projecte: Habitatge en borda existent
Ubicació: Pallars Sobirà
Arquitecte: Josep Bunyesc
Any construcció: Projecte



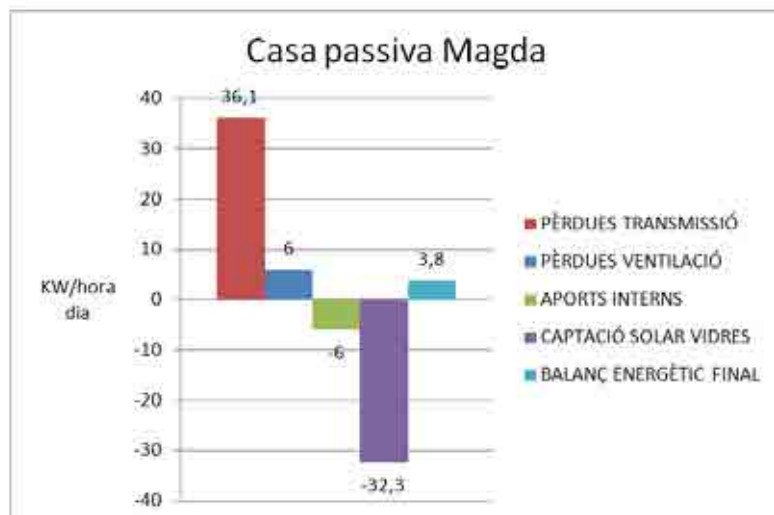
Projecte: habitatge Minergie
Ubicació: Ecublens Lausanne Suïssa
Arquitecte: Maria Cristina Munari Probst
Any construcció: 2001



Projecte: Refugi Monter Rosa
Ubicació: Zermat, Canton du Valais (Suïssa)
Arquitecte: Andrea Deplazes I EPF Zurich
Any construcció: 2009



Projecte: Casa unifamiliar passiva
Ubicació: Lleida, Segrià
Arquitecte: Josep Bunyesc
Any construcció: 2009



Projecte: Casa unifamiliar passiva
Ubicació: Lleida, Segrià
Arquitecte: Josep Bunyesc
Any construcció: 2012

4- EXEMPLES CONSTRUÏTS

4.1. Rehabilitació

4.1.1. Alberg a Lausanne, Suïssa.

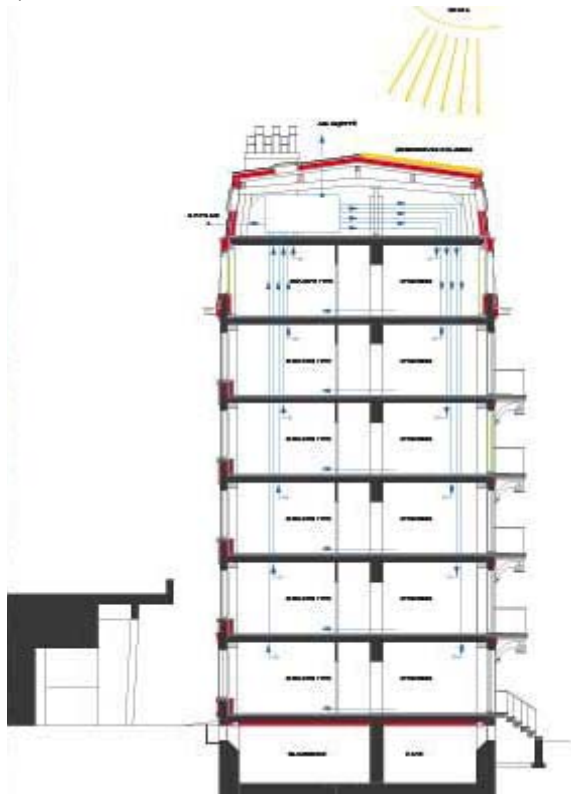
Rehabilitació d'edifici catalogat del S:XIX en estàndard *Minergie*.

Rehabilitació d'edifici del S:XIX catalogat i convertit en alberg de joventut i amb el segell Minergie d'eficiència energètica l'any 2001.

Estratègies de rehabilitació.

L'alberg Lausanne GuestHouse & Backpackers es troba a la vora de la via fèrria molt pròxim a l'estació central de ferrocarrils de Lausanne.

Aquest exemple demostra com un edifici del S:XIX pot arribar a tenir l'estàndard Minergie sense intervencions majors i mantenint el seu caràcter original sense perdre en cap punt l'interès històric que té.



F.315 secció del projecte de rehabilitació

Aquest alberg es troba a pocs minuts a peu de l'estació de tren central de Lausanne, i es un edifici propietat de la companyia ferroviària que decideix renovar-lo per destinar-lo a alberg.



F.316 Façana abans de la rehabilitació.



F.317 Aquest edifici construït al 1894 com edifici d'apartaments es renova i s'inaugura al 2001 posant al dia l'edifici que estructuralment es comporta sense cap problema però que aquesta intervenció de renovació bàsicament energètica li permet, sense tocar l'estructura principal, tenir una qualificació Minergie.

L'edifici es divideix en dues parts, una meitat és l'alberg i l'altra segueixen essent habitatges privats de lloguer però que gaudeixen del benefici de la mateixa rehabilitació energètica.



F.318 Façana després de la rehabilitació.

Les habitacions de l'alberg són de 2 a 4 llits, la majoria amb balcó, es moblen i decoren de manera moderna, per a un públic jove típic dels albergs. Els balcons de la façana principal oberts a sud gaudeixen d'unes magnífiques vistes a Lausanne i al llac Lemán. A la planta baixa hi ha una cuina lliure al servei dels usuaris de l'alberg.

Aquesta renovació ha estat un repte per l'arquitecte Patrick Chiché i l'enginyer Mats-Ola Nilsson que han aconseguit amb èxit equipar un edifici construït el 1894 amb els sistemes necessaris per tal de convertir-lo en un edifici que respon a les exigències més actuals, sense pertorbar o alterar l'aspecte i els materials originals.

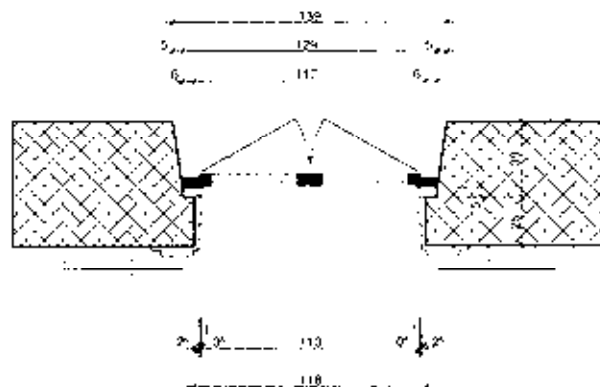
Construcció.

Per tal d'arribar a l'estàndard Minergie*1, que és un segell suís d'eficiència energètica que avalua bàsicament el baix consum energètic d'un edifici al llarg de l'any, s'ha millorat l'aïllament tèrmic de l'evolvent.

*1 Minergie, segell de baix consum energètic creat a Suïssa, inferior als 45kWh/(m²any). Als anys 90 el 50% de l'energia consumida a Suïssa entre habitatges indústria i sector terciari correspon a energia per la calefacció i el 5% a l'Aigua Calenta Sanitària. Per aquest motiu s'impulsa la reducció dràstica d'energia per la calefacció i ACS amb el notable estalvi econòmic, energètic i ambiental que això comportarà.

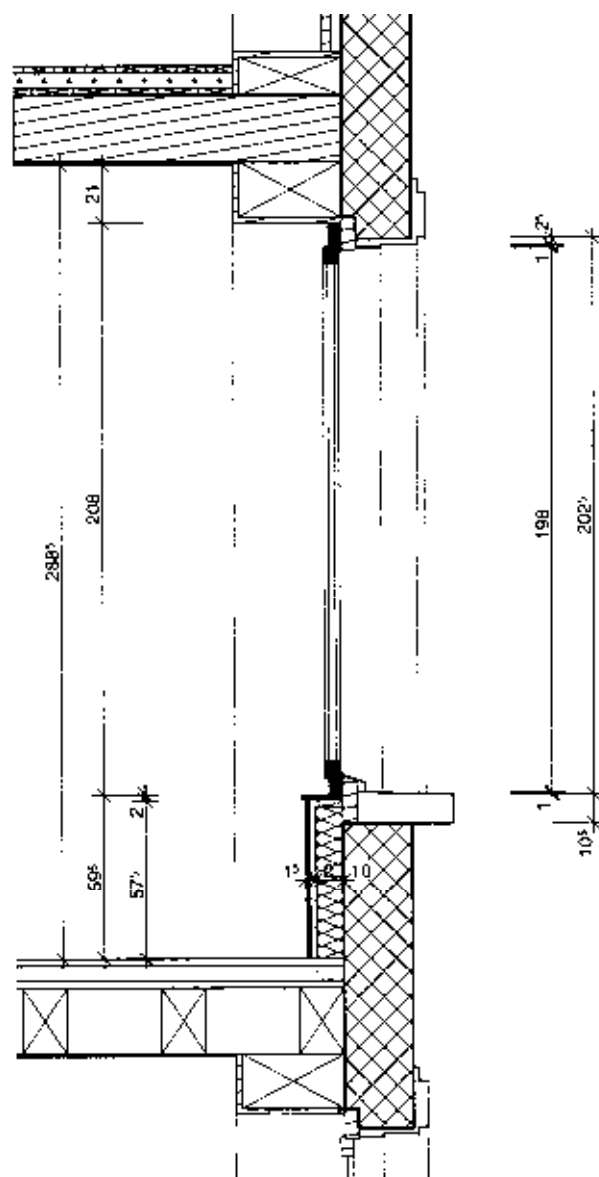
A la façana principal s'ha afegit un **arrebossat amb morter aïllant** d'una $\lambda = 0.06 \text{ w/mK}$ amb un gruix de 3cm. Més prim que un aïllament perifèric estàndard. D'aquesta manera es manté l'aspecte original del material i la textura de la façana original d'obra ceràmica massissa però es millora lleugerament el

seu aïllament amb aquesta capa exterior que donarà valor a la inèrcia tèrmica del edifici existent i alhora reduirà el risc de condensacions interiors.



F.319

Detall de la obertura amb el mur existent portant massís.



F.320 Secció d'una obertura on s'aprecia l'estructura existent dels elements horitzontals amb bigues de fusta originals del S.XIX que es mantenen.

de gas a condensació, s'introdueix un recuperador de calor i tots els conductes per renovar l'aire de tot l'edifici, i plaques solars tèrmiques es col·loquen a la coberta, a la part superior de poca pendent, per passar desapercebudes i no alterar l'aspecte original del edifici.

La superfície de captació és 62m² de captadors solars tèrmics sense vidre, de l'empresa suïssa Energie Solaire.



F.324 Captadors solars.

Subministra aproximadament el 35% de l'aigua calenta sanitària, sobretot a l'estiu quan més aflluència té l'alberg i més demanda de ACS té. Aquesta demanda més alta a l'estiu també justifica la ubicació de les plaques solars, però en realitat l'alberg està bona part del any ple.

L'aport energètic anual dels captadors solars tèrmics és d'uns 20.000 kWh, amb un acumulador de 1000 litres. Durant l'època freda un escalfador de gas complementa l'aportació del sistema solar.

El sistema de producció de calor ha estat finançat pels serveis industrials de la ciutat de Lausanne que en fa el manteniment i en ven l'energia, tant a l'alberg, com als llogaters dels apartaments com en algun altre edifici de la vora.

La calefacció es fa amb una caldera de condensació de gas natural

Aquesta intervenció va rebre el premi "Prix solaire" al 2002.

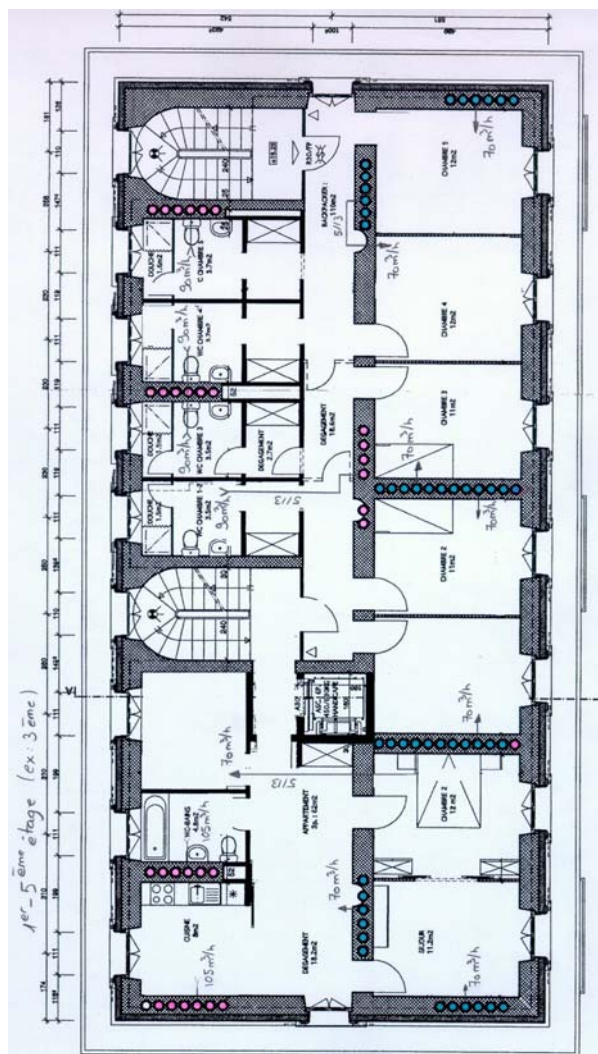


F.325 Tobera impulsió d'aire que s'afegeix.

Tot l'edifici s'equipa de un sistema de ventilació mecànica amb un recuperador de calor d'alta eficiència amb un 80% de rendiment. D'aquesta manera es garanteix una bona qualitat de l'aire interior.

A més a més permet renovar l'aire sense obrir les finestres i no tenir les molèsties acústiques de la seva situació a prop de la via fèrria, que també té activitat durant la nit amb trens de mercaderies, evitar sorolls però també assegurar que l'aire que entra és net de pols.

Per poder fer fàcilment la instal·lació dels tubs de ventilació sense fer gaire obra es van aprofitar els conductes de les xemeneies existents tradicionals de les llars de foc individuals per cada estança.



F.326 Planta de les habitacions on s'aprecia la utilització dels passos de les antigues xemeneies de les llars de foc per fer passar els tubs de la ventilació mecànica.



F.327 Recuperador de calor centralitzat al sotacoberta amb un rendiment del 80%, un dels millors al seu moment al mercat.



F.328 Distribució de les diferents boques i tubs de conducció de l'aire de renovació.



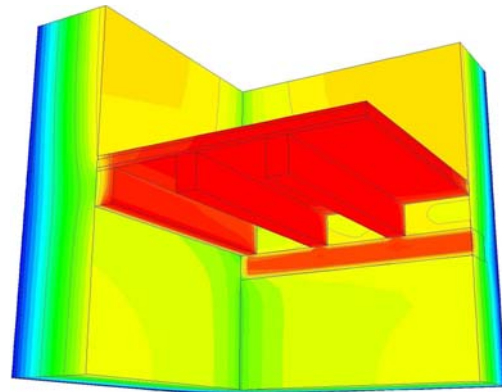
F.329



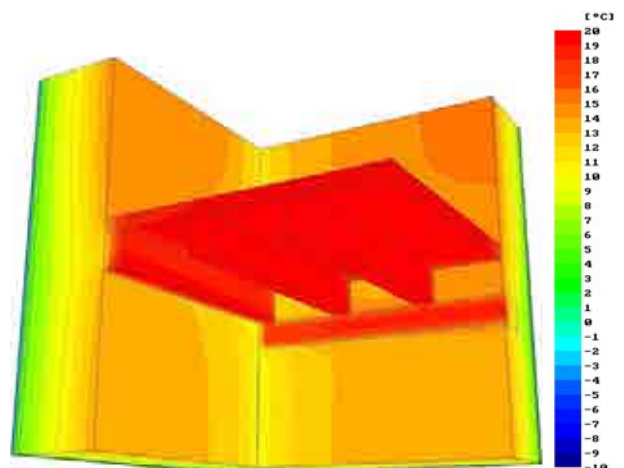
F.330 Imatge del interior de la sala d'estar on es veuen els conductes de retorn de la ventilació mecànica seguint els conductes de les antigues xemeneies.

Al 2001 es va convertir amb el primer edifici del segle XIX que rebia el segell Minergie.

El segell Minergie té com objectiu certificar edificis confortables, saludables, higiènics i sobretot també **rentabilitzar el valor immobiliari** pel fet de ser edificis que s'adapten a la demanda actual.



F.331 Imatge abans de la rehabilitació amb la temperatura de la superfície interior relativament freda.



F.332 Imatges termografiques de simulació en la que es pot observar que l'aïllament amb morter aïllant per l'exterior del mur, tot i només tenir 3 cm, permet reduir el risc de condensacions, sobretot al cap de les bigues existents de fusta i millora les condicions de durabilitat de l'estructura existent, per reduir el risc de condensacions ja que la

temperatura interior de les superfícies és més alta que abans de la renovació.

Aquest fet permet assegurar el cap de les bigues de fusta encastades a la paret es mantingui sec amb la garantia de durabilitat que dóna aquest factor.

S'hauria pogut caure fàcilment en l'error de col·locar un aïllament per l'interior al no poder aïllar la zona del cap de les bigues i del gruix del forjat, s'hauria creat una zona freda al voltant dels caps de les bigues que, pel fet que la resta té una temperatura de superfície més alta, augmenta el risc de condensació a les bigues de fusta original i empitjorar la situació abans de la rehabilitació i accelerar o facilitar la degradació dels caps de les bigues de fusta que estan encastades dins del mur de càrrega d'obra.

Conclusió:

L'esquema energètic ens resumeix la intervenció:

Un cop feta la intervenció, l'energia perduda per les parets és considerable, però és el compromís que es pren per tal de deixar l'aspecte original de l'edifici i, degut a que la seva volumetria relativament compacta i que a les façanes principals domina les obertures, es pot admetre una millora feble del aïllament dels murs.

La coberta i el forjat sanitari s'emporten una part important de la millora energètica, ja que com que es refeien en part, és més senzill afegir un bon gruix d'aïllament i, per aquest motiu, en aquets punts les pèrdues són molt baixes.

El fet de canviar les fusteries i les finestres juntament amb la incorporació del recuperador de calor a la ventilació mecànica són dos intervencions que redueixen notablement el consum.

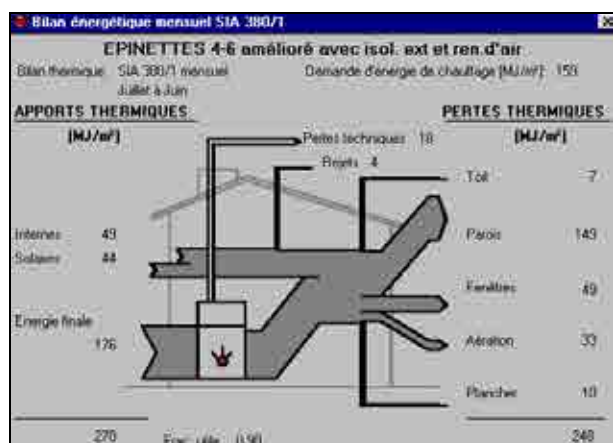
Les pèrdues pel rendiment de la caldera i la seva instal·lació també han estat molt minimitzades amb la nova instal·lació de la caldera de gas a condensació.

F.333 Esquema energètic un cop acabada la rehabilitació balanç energètic final on s'observa que pels murs es per on hi ha les principals pèrdues..

Amb xifres reals, la intervenció a l'edifici ha permès de reduir més del 50% el consum d'energia total anual sense alterar gens l'aspecte arquitectònic ni el caràcter històric del edifici.

Superfície construïda 1630m²

Cost intervenció aproximat 3milions FCH. (aprox. 2 milions Euros).



4.1.2 Rehabilitació energètica d'habitatge dels anys 70 a Minergie P.

Rehabilitació energètica d'un habitatge aïllat típic dels anys 70 amb molt poc aïllament tèrmic, i transformat en dos habitatges amb estàndard energètic *Minergie-P*.

L'Arquitecte és Luis Marcos.

L'habitatge es troba en una zona residencial a Eclepens al canton del Vaud cap a la zona de mitja muntanya del Jurà, amb un clima més fred que a Lausanne ja que no té la influència reguladora del llac Lemman i el clima és més continental.



F.334 Imatge de l'estat inicial de l'habitatge abans de la rehabilitació.

Estratègies de rehabilitació.

La part més important de la rehabilitació és millorar l'aïllament tèrmic de tot l'envolupant: de façanes, coberta, basament i fusteries. També es millora i augmenta la captació solar passiva amb augment de la superfície de captació solar per les vidrieres. A nivell d'instal·lacions es col·loquen captadors solars tèrmics i fotovoltaics al pla de la coberta i un sistema de ventilació mecànica amb recuperador de calor.

El fet de millorar l'aïllament de la coberta, que era inexistent, permet poder aprofitar com útil l'espai del sotacoberta i, amb aquest augment de superfície, es pot plantejar crear un segon habitatge més petit que podrà llogar-se o utilitzar-lo independentment. D'aquesta manera s'augmenta la superfície utilitzable del edifici i, al crear un segon habitatge, s'augmenta el grau d'utilitat del edifici, permetent així aprofitar millor la inversió tant econòmica com de mitjans materials.

L'aspecte exterior de l'edifici es veu lleugerament modificat pel canvi de material de l'acabat de façana que recobreix el regruix d'aïllament exterior. Les vidrieres que tanquen la galeria o balcó existent

també modifiquen mínimament l'aspecte exterior. Segueix sent, però, un edifici de volum similar en el qual es manté tota l'estructura existent de l'edifici dels anys 70, els murs estructurals d'obra de bloc Ytong, els forjats sanitaris i interiors. Aquesta intervenció permet posar al dia l'edifici existent i donar-li valor actual com si fos un edifici d'obra nova, amb l'avantatge que aquests nivells d'alta eficiència energètica a nivells d'òptims entre les condicions climàtiques i energètiques permet que no li calgui fer actualitzacions en els pròxims anys i tingui un valor afegit pel seu cost molt reduït del consum d'energia per l'ús de l'edifici, i estigui ja avui adaptat a les normatives que puguin anar sortint en un futur que restringeixin més la demanda d'energia.



F.335 Façana abans de la intervenció.



F.336 Façana després de la rehabilitació.

És la casa pròpia de l'arquitecte autor de la rehabilitació, Luis Marcos que treballa en la eficiència energètica dels edificis i amb aquesta obra pot justificar clarament que l'estàndard suís *Minergie_P*, que és la versió més exigent energèticament de *Minergie*, amb una demanda

d'energia similar al Passivhaus alemany, és possible assolir-lo a partir d'un edifici existent d'una eficiència energètica molt dolenta com són els edificis dels anys 70 ja que no es plantejaven en aquell moment la necessitat d'aïllar tèrmicament i correctament els edificis.

Construcció.

Per tal d'arribar a l'estàndard *Minergie_P*, que és un segell suís d'eficiència energètica que avalua bàsicament el baix consum energètic d'un edifici al llarg de l'any, s'ha millorat l'aïllament tèrmic de l'envolupant.

*1 Minergie, segell de baix consum energètic creat a Suïssa, inferior als 38kWh/(m²any). Als anys 90 El 50% de l'energia consumida a Suïssa entre habitatges indústria i sector terciari correspon a energia per la calefacció i el 5% a l'aigua Calenta Sanitària. Per aquest motiu s'impulsa la reducció dràstica d'energia per la calefacció i ACS amb el notable estalvi econòmic, energètic i ambiental que això comportarà.
www.minergie.ch

A les façanes s'ha afegit un **aïllament tèrmic exterior** de EPS Landa de 22cm de gruix .

D'aquesta manera es manté a l'interior l'estructura portant existent actuant com a inèrcia tèrmica i el fet de folrar l'edifici per fora també permet evitar els ponts tèrmics entre forjats. El revestiment exterior que protegirà l'aïllament de la façana serà una pell ventilada de fusta tractada amb un lasur a l'aigua.



F.337 Imatge de la col·locació de l'aïllament perimetral exterior a les façanes de 22cm de gruix.

La coberta, és una antiga estructura de fusta que es manté i s'afegeix l'aïllament que era inexistent. Es col·loquen en total 36 cm de fibra de vidre, repartits en 12cm col·locats entre els cabirons de fusta de la coberta existent i 24 cm **per sobre**, amb una U total resultat de $U=0.11\text{Wm}^2\text{K}$.

D'aquesta manera l'espai entre l'últim forjat horitzontal i la coberta passa a ser un espai dins del perímetre aïllat i pot ser utilitzat amb situació de

confort tot l'any. Aquest aïllament que permetrà que durant l'hivern s'escapi poca escalfor per la coberta també farà que durant l'estiu, quan el sol incideix fort a la coberta, no es transmeti la calor dins de l'espai habitable del sotacoberta i, per tant, aquest espai serà confortable tot l'any amb poca ajuda externa.



F.338 Imatge del espai recuperat sota la coberta amb les encavallades originals de fusta aparents.

El basament, s'aïlla afegint per sota del forjat sanitari, depenent dels llocs i segons les possibilitats d'espai, 20cm de EPS resultant una $U=0.15$ o 12cm de fibra de vidre en alguns altres. En una zona central de la casa on no hi ha forjat sanitari i el paviment estava en bon estat, es renuncia a millorar-lo i en aquell indret es deixa tal com està i s'accepta el pont tèrmic que hi resta. Són algunes concessions que normalment cal acceptar en obres de rehabilitació en les que cal incidir en els elements principals de l'edifici per millorar-lo i es pot acceptar que quedin alguns punts no perfectes sempre hi quan estiguin controlats, quantificats i comprovant que no presentin un risc de condensacions.



F.339 Imatge de la part de sota del forjat sanitari on amb alguna dificultat s'ha pogut incorporar un aïllament de 20cm de EPS

Les finestres es col·loquen totes noves, amb marc de fusta per l'interior i d'alumini per l'exterior amb una $U=1.2$ dels marcs i uns vidres triples amb una $U=0.5$ i una $g=0.6$. Amb les finestres a més a més de millorar l'aïllament tèrmic amb l'exterior, es canvia el pla de la seva ubicació i es col·loca a l'exterior, al pla del aïllament perimetral. A la zona de la terrassa o balcó, el pla del tancament de vidre es col·loca a l'exterior i d'aquesta manera es duplica la captació solar passiva a través dels vidres.

Els vidres que es col·loquen són especialment transparents per tal que el triple vidre que aïllarà molt del fred no representi una reducció de la capacitat de captació solar diürna per la seva absorció per la gruix.



F.340 Imatge del muntatge de les fusteries per la part exterior de la façana, al pla exterior de l'aïllament per reduir els ponts tèrmics.



F.341 Imatge de l'interior de l'anterior balcó que ara queda com a hivernacle i com a espai calent guanyat i alhora s'augmenta la superfície de captació solar passiva, ja que amb el fet que el vidre estigui situat al pla exterior no es perd superfície per l'ombra que projecta el voladís.

Instal·lacions.

El suport de calefacció es continua fent a través d'una xarxa de CAD Calefacció a Distància des de l'any 1996. Abans s'alimentava amb una caldera de gasoil. I es distribuïa amb radiadors existents.

L'aigua calenta com a suport procedeix d'una cimentera que hi ha al poble veí d' Éclepens.

S'instal·la a la coberta 12m² de panells solars tèrmics i 6KW de panells solars fotovoltaics.

Amb els 12m² de captació solar tèrmica es subministra el 80% de l'aigua calenta sanitària anual dels dos habitatges.

El millor aliat per reduir el consum d'energia externa durant l'hivern per la calefacció són les captacions passives, o sigui les superfícies vidriades, que a l'haver augmentat les superfícies i millorat el seu aïllament, ara compensen el 60% de la demanda de calefacció.

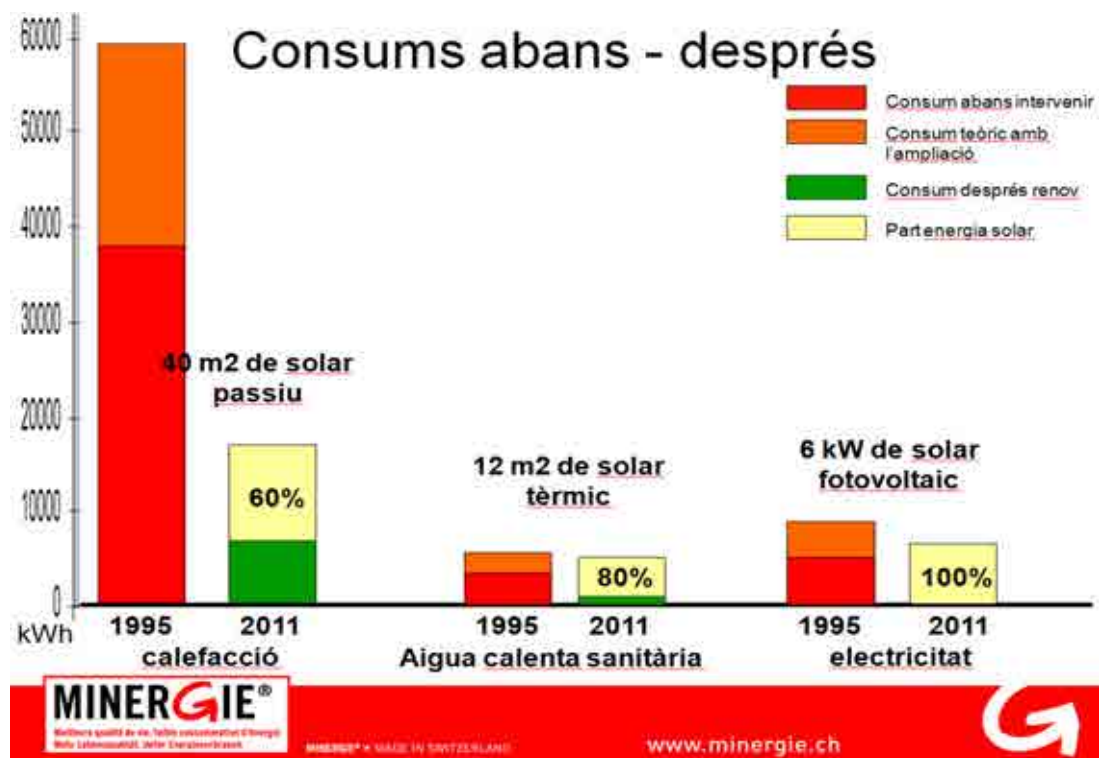
En aquest cas el fet d'elegir un vidre extraclar amb un valor g de transparència molt alt de 0.6 per ser un triple vidre li permet tenir aquesta captació solar elevada.

Els panells fotovoltaics instal·lats a la coberta, estan connectats a la xarxa elèctrica convencional amb un comptador de doble direcció, que permet comptar l'energia que es consumeix de la xarxa i restar-li l'energia que els panells fotovoltaics envien a la xarxa. Aquesta instal·lació li permet compensar

anualment el 100% de la energia elèctrica consumida per l'edifici.

qualitat de l'aire interior durant tot l'any amb un consum energètic reduït.

S'instal·la una ventilació mecànica amb recuperador de calor de manera que es garanteix una bona



F.342 Gràfic dels consums d'energia per calefacció, ACS i electricitat abans de la rehabilitació i amb supòsit que existissin els dos habitatges i a la columna de la dreta el consum energètic un cop realitzada la rehabilitació energètica. La informació d'aquest document ha estat extreta de la presentació que l'arquitecte Luis Marcos ha fet per explicar i difondre aquest exemple d'estàndard *minergie_P* en rehabilitació.



F.343 Imatge dels captadors solars a la coberta integrats al pla de la façana, tant els tèrmics com els fotovoltaics. I la nova llucana com a captador passiu i entrada de llum natural.



F.344 Imatge general de la façana sud i la coberta.



F.345

Imatge de l'interior de la sala amb les grans vidrieres a sud. S'ha guanyat l'espai de la terrassa i augmentat la superfície de captació solar passiva.

Conclusió:

Aquesta obra demostra com es pot millorar dràsticament un edifici convencional dels anys 70, amb demandes energètiques pel seu funcionament molt altes durant l'any, i mantenint la seva estructura i tipologia, transformar-lo per tal que esdevingui un edifici d'alta eficiència energètica. En aquest cas un edifici que compleix l'estàndard suís Minergie_P.

Un edifici que passa de consumir 170 kWh/m² any a consumir-ne només 20kWh/m² any. Aconsegueix consumir només el 11% del que demanava consumir abans de la rehabilitació. I si a més li afegim al còmput la part d'energia elèctrica generada pels panells fotovoltaics, d'aproximadament uns 7000kWh anuals, el consum real d'energia de l'edifici es redueix a uns 11kWh/m² any i a més a més aquesta energia que li es subministrada per un sistema de calefacció a distància provinent d'una cimentera, en resulta que el seu impacte general energètic anual és zero, ja que el poc que consumeix és resultat d'una calor residual d'un altre procés que sinó es perdria.

A més a més s'ha augmentat el confort interior de l'edifici ja que no hi ha superfícies fredes que irradien fred ni corrents d'aire degut a les conveccions per temperatures diferents.

També es veu reduït a la meitat el període de calefacció. Quan abans havien de tenir en funcionament la calefacció del mes de setembre al maig, ara només funciona intermitentment des del final de novembre fins a inici març. En ple hivern quan hi ha períodes de sol, les aportacions solars són suficients per tal de suplir les demandes tèrmiques i la calefacció no cal que funcioni.



F.346 Esquema que indica en color blanc el període estàndard de calefacció de l'edifici abans de rehabilitar-lo i de color blau el període de calefacció durant l'hivern 2010-11. On s'aprecien 2 buits al gener i febrer que corresponen a dos períodes molt assolellats que tot hi fer fred al exterior no calia utilitzar la calefacció provinent del CAD.

Si això s'ha pogut fer sense més problemes justifica que caldria engegar en general programes per incentivar als usuaris dels edificis poc aïllats i de baixa eficiència energètica, que a Espanya són més del 99% dels edificis existents a renovar-los per tal de reduir el seu consum energètic, i si s'utilitzen durant tot l'any el rendiment econòmic de la inversió es retornat entre 5 i 10 anys.

Aquets nivells òptims d'aïllament i d'eficiència energètica, no estan contemplats per les nostres normatives d'estalvi energètic. Els últims edificis construïts a Espanya, que compleixen el CTE-HE, la normativa vigent actualment sobre estalvi energètic dels edificis, està tan per sota del exemple que hem vist que caldria rehabilitar tots els edificis espanyols que només compleixen just el CTE-HE, per tal de reduir la seva gran demanda energètica, tan per l'hivern com per l'estiu.

Aquest exemple com altres punts del document que aquí es presenta al capítol 3, justifiquen que econòmicament es necessari intervenir per reduir els costos energètics anuals innecessaris dels edificis del nostre país. I que les normatives actualment vigents, com el CTE-HE són molt insuficients i que la normativa europea prevista per aplicar-se al 2020 que demana que els edificis no consumeixin gairebé res, els Nzeb, té molt sentit i interès econòmic per tots els seus usuaris i constructors no sembla interessar gaire a les autoritats nacionals actuals, ja que per fer aquest gran progrés d'eficiència energètica, de millorar d'un factor 10, no es pot fer en un any i si no es va preparant el camí amb anterioritat i antelació serà impossible d'arribar-hi a la data prevista i seria una pèrdua d'oportunitats.



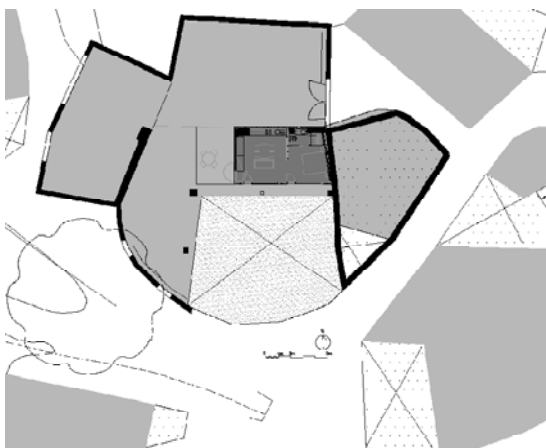
F.350 Imatges del paller abans del projecte

Aquests espais es situen sobre la zona on s'estabulen els animals per la facilitat de donar-los-hi el farratge, que se'ls hi tirava per gravetat a través d'uns forats al forjat.

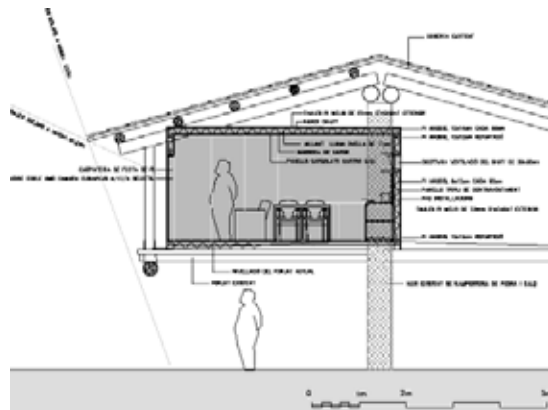
És la gran obertura a Sud que interessa per aquest projecte, per captar l'energia solar hivernal. La ventilació creuada i l'ombra de la coberta garantirà el confort tèrmic i higromètric a l'estiu.

Estratègies de la intervenció.

Proposem substituir l'herba per una construcció lleugera de fusta, que aprofita les qualitats ambientals existents dels pallers.



F.351 planta general de ubicació dins del poble i dins del edifici.



F.352 Planta i secció de la capsa de fusta dins l'entorn construït.

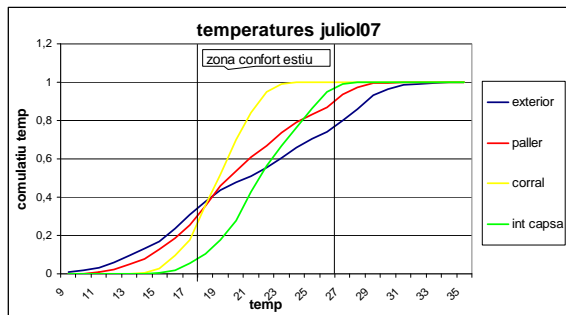
Aquesta intervenció és reversible, ja que no destrueix res del existent. Consisteix en inserir un contenidor lleuger autònom i autoportant que aprofita les qualitats de l'edifici existent i, si en un futur, cal readaptar les necessitats, permet fer el camí enrera i corregir, si és necessari. La actuació dignifica l'edifici tradicional donant-li una utilitat i, per tant, un valor a la vegada que perpetua el seu testimoniatge històric i cultural del lloc que ajuda a conservar la identitat d'un poble.

L'edifici manté el seu caràcter tradicional, però adopta una intervenció moderna lligada al present.

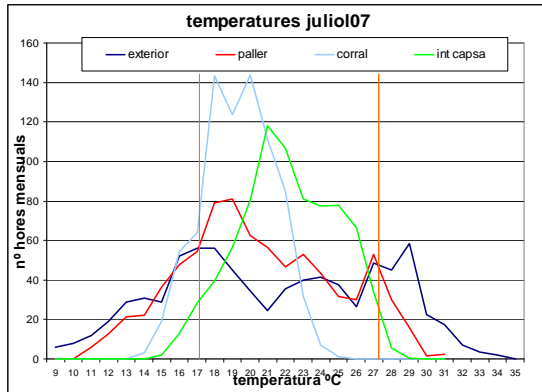
Passat i present dialoguen sense estridències, sense falsedats ni decoracions folklòriques que son imprescindibles per maquillar algunes construccions recents per vendre un aspecte de "rústic" que la gent demana a la segona residència.

Sistema constructiu.

La capsa de fusta està formada per un esquelet d'elements verticals entre dos travesseres horitzontals de fusta massissa serrada de 6x12cm, arriostrats amb un panell tricapa d'abet de 17mm cargolat vist que serà l'acabat l'interior. Aquest panell industrialitzat de 2,5x1,25cm està format per tres capes de fusta encolada, amb els nervis invertits de manera que es compensen les forces internes de la fusta.



F.356 Gràfiques del comportament del juliol



F.357 Gràfiques que representen el comportament tèrmic durant el juliol del 2007. Es representen 4 espais de l'edifici: l'exterior, el paller (espai on es situa la capsa), el corral i l'interior de l'habitatge (capsa).

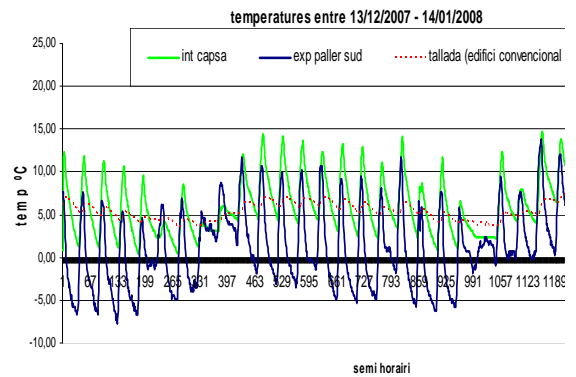
Es pot observar que a l'interior de l'habitatge, la gran part del temps, la temperatura està dins de la zona de confort, i és l'espai més confortable dels 4 mesurats. Prenent com marge de temperatura de confort durant l'estiu entre 18 i 27°C. S'arriba, en algun moment, a 28°C a l'interior, però a l'exterior s'enfila fins 35°C.

El fet que tingui poca inèrcia tèrmica es veu compensat per un bon control solar i un bon aïllament. Contràriament, es detecten moments de temperatura més baixa que la zona de confort a l'estiu.

La temperatura que més temps s'ha repetit dins l'habitatge ha estat 21°C. Temperatura plenament de confort en un mes de juliol.

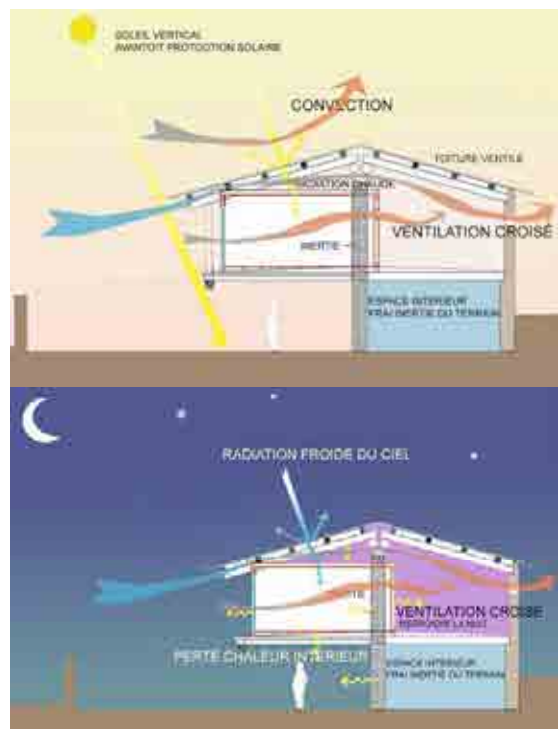
Aquests gràfics s'han fet amb les dades obtingudes automàticament cada 30 minuts en els 4 punts de mesura descrits. Enregistren la temperatura de l'aire mitja del període de 30 minuts.

Durant la presa de dades al 2007 s'aprecia que no hi ha sobreescalfament, ja que la radiació solar directa no entra en cap moment del mes de juliol dins de l'habitatge gràcies al voladís de la coberta i dels edificis del voltant. La ventilació entre "la capsa" i la coberta és un altre dels factors que col·labora a evitar el sobreescalfament.



F.358 Gràfica del comportament passiu de l'edifici entre el 13 desembre 2007 i el 14 de gener del 2008. cada pic del gràfic correspon a un dia.

A l'hivern el sol escalfa l'espai interior, de poca inèrcia tèrmica fins a superar en alguns casos els 15°C en ple hivern. Al moment de la presa de les dades, encara un 20% de la façana no estava aïllada, amb la qual cosa, un cop ben aïllat, la temperatura no baixarà tan duran la nit. Només els pilars de pedra existents que l'habitatge embolica a l'interior li donen una mica d'inèrcia tèrmica, ja que la resta de construcció és lleugera i té poca inèrcia.



F.359 Esquema del comportament tèrmic de la capsa durant l'estiu de nit i de dia.



F.365



F.366 Imatges del interior del habitatge

Instal·lacions

Degut al seu relatiu bon aïllament i la reduïda dimensió de l'habitatge, permet mantenir una temperatura interior de 20°C si a fora fa 0°C amb un radiador o aport de 1000W. Aquesta energia podria ser obtinguda per un sistema solar actiu amb certa facilitat però encara no s'ha fet per simplificar el projecte, ja que és anterior a la vigència del CTE-HE.

Un senzill radiador elèctric de 1500W garanteix el confort tèrmic interior durant tot l'hivern, amb el conseqüent estalvi econòmic de la instal·lació de calefacció.



F.367 Aïllament de llana d'ovella a la coberta.



F.368 imatge del exterior de la capsa de fusta



F.369 Aspecte de la capsa dins el paller amb la porta d'accés camuflada.

Resultats

L'edifici funciona bé a l'hivern, s'escalfa fàcilment, i es protegeix bé de la calor de l'estiu, gràcies a les proteccions solars i l'envolupant ventilada, però es detecten punts més febles als equinoccis quan el sol és relativament alt i no escalfa suficientment el interior, i cal un aport suplementari al solar directe, però no és greu ja que, en aquest període entre temps, la diferència tèrmica entre la temperatura de confort interior i exterior és baixa.

Pel confort d'estiu, és vital que les grans obertures estiguin protegides de la radiació directa solar, en aquest cas orientada a sud amb la coberta com a visera. El mateix edifici orientat a oest, segons simulacions fetes, a l'estiu, sense proteccions solars al seu interior s'arribaria a temperatures pròximes als 45°C, amb condicions invivibles a causa de la mala orientació.

El cost es mínim també a causa d'una part d'auto construcció i també perquè es conserven les parts existents pesades de l'edifici. S'aconsegueix un estalvi energètic tan d'utilització com també d'energia gris, de construcció i transport, amb poc material i reciclable o desmuntable com la fusta. La seva petita dimensió i senzillesa permeten un notable estalvi econòmic per tenir un habitatge assequible preservant a la vegada el patrimoni construït i el llegat històric del lloc.



F.372 Imatge exterior de la capsa dins del paller.

4.1.4 Reforma i ampliació d'habitatge en masia existent a la Segarra, primavera 2010.

Castellnou de les Oluges és un poble ubicat a La Segarra, a la part de la Catalunya central. Una zona molt seca, amb uns estius molt calorosos i uns hiverns freds amb humitat. Aquesta població, al igual que passa a altres de la zona, parteix d'una fortificació de defensa en la part alta d'un turó i partir d'allí es va construir al seu voltant. L'edifici en el qual treballem es troba a la part nord i baixa del poble.



F.373 Emplaçament.

El solar és a la part baixa del poble, al límit de la població. Té un espai molt ample a l'entrada principal, i gairebé tota l'edificació està rodejada de camps de conreu.



F.374 Imatge inicial del edifici abans de la intervenció.

Amb aquest projecte es tracta de rehabilitar un edifici en mal estat. S'intenta mantenir al màxim el volum edificat, que en aquest cas és la casa antiga de pedra. S'intenta reciclar el màxim d'elements naturals, com les teules i es mantenen els murs de pedra natural de la zona.

S'enderroquen una serie d'annexos que s'havien fet en els anys 70 que impediien l'entrada de sol al edifici original i de mes interès i qualitat constructiva.

Estratègia arquitectònica. Ubicació i Forma del edifici.

El solar conserva uns antics murs que delimiten parcialment el terreny, dona a la part nord al carrer del poble per on hi haurà l'accés i pels laterals llinda amb veïns relativament edificats i a sud hi ha el buit.

Es manté el volum original de la casa de pedra a dues aigües. Es conserva una part baixa anexa de murs de pedra sobre els quals s'hi recosarà un nou annex construït amb estructura de fusta amb panells prefabricats d'entramat lleuger i rebestit també amb fusta de làrix.



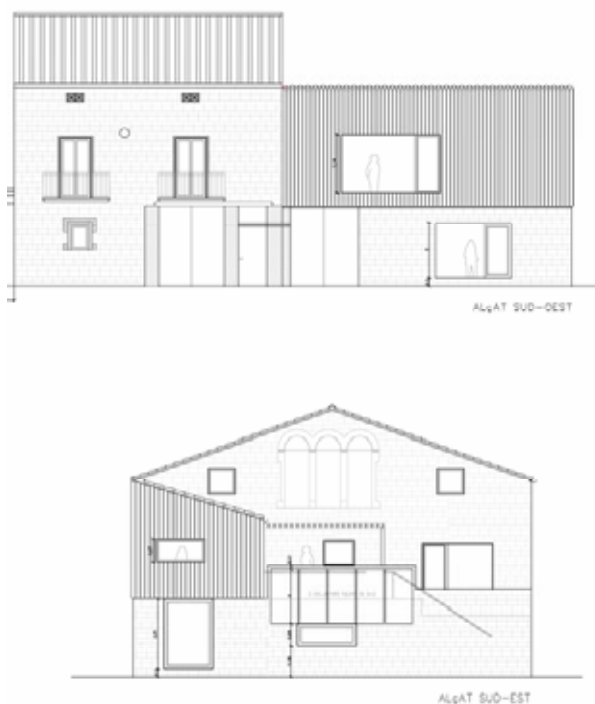
F.375 Imatge de la obra acabada

L'ampliació al primer pis a la cara sud intenta no bloquejar el sol sobre l'edifici existent original. El nou volum crea un pati junt amb la casa existent.

El nivell sotacoberta s'ocupa només la part de la casa existent.



F.376 Planta pis del projecte, rehabilitació i ampliació.



F.377 Façanes entre la part existent i la nova ampliació.



F.378 Secció longitudinal de la casa existent on es grafia amb verd la continuïtat del nou gruix d'aïllament en coberta façanes i terra.



F.379 Seccions amb la capa verda indicant el perímetre aïllat continuu a la part de la ampliació construïda amb fusta.



F.380 Imatge del annex sobre el mur de pedra existent vist de la façana sud.

Sistema constructiu.

A la part ampliada, està format per uns sistemes prefabricats d'entramat lleuger de fusta aïllats amb llana d'ovella. Aquest sistema és interessant per la seva lleugeresa dels panells que ens permet reutilitzar els murs existents de pedra en bon estat ja que la sobrecàrrega que li posem a sobre no es gaire més que la càrrega que havia aguantat el mur amb l'edifici anterior. Aquest fet aparentment accidental permet poder mantenir aquest patrimoni construït existent i no haver de enderrocar i fer fonamentacions noves.



F.381 Imatges de la base anivellada sobre la preexistència abans de col·locar el forjat aïllat de fusta.

La rapidesa d'execució és un altre avantatge del sistema ja que permet reduir la ma d'obra en el lloc allunyat i per tant permet reduir el cost, i el fet de utilitzar materials naturals renovables i desmuntable s'ajusta bé en un entorn natural.

El fet de treballar al taller també permet millorar les condicions de treball dels operaris que no es veuen afectats per les inclemències meteorològiques i tenen les eines adequades.

Tot i aprofitar part dels murs antics de pedra caldrà refer una part de fonamentació convencional amb

mur de ceràmica per completar els recolzaments del nou edifici.



F.382 Imatge del muntatge al taller dels panells de façana de la obra, amb estructura de fusta i aïllament de llana d'ovella.

La composició dels murs i de la coberta es la mateixa però amb diferent secció per criteris estructurals.

De dins a fora, un panell osb de 15mm, una barrera de vapor, l'entramat o estructura de fusta de 6x16 als murs i 12x24 a la coberta amb l'aïllament de llana, un entaulat de fusta basta una tela transpirable, doble allistonat i com acabat a la coberta la teula ceràmica semiplana ventilada. A la façana la secció es la mateixa amb un revestiment de làrnx.



F.383 Imatge del procés de muntatge dels panells de fusta a la obra.



F.384 Imatges del muntatge dels panells de l'edifici annex.



F.385 Imatge de l'espai interior de l'edifici annex



F.386 Imatge de l'espai interior de l'edifici antic rehabilitat.

El forjat sobre el mur de pedra existent està format per uns taulons de cantell de 14cm clavats amb fusta massissa seca del Pirineu que dona un element de fusta compacta com una llosa relativament dens que te un bon comportament per atenuar el so entre les dos plantes alhora que te certa inèrcia tèrmica i al ser fusta massissa ja es un acabat per sota i per sobre. Aquesta llosa també

permet tenir un element estructural i d'acabat amb molt poc gruix i permet contenir l'alçada del edifici. En aquest cas hi ha un diàleg entre els murs de pedra existents que suporten la base del edifici nou i la nova construcció lleugera sobreposada sobre aquest substrat històric encara vàlid i revaloritzat.



F.387 Imatge interior de l'espai sotacoberta de l'edifici rehabilitat, amb la coberta prefabricada de fusta.

La part existent del edifici original es reconstrueix la coberta amb uns panells de fusta i aïllament al seu interior similars als de la coberta de la ampliació. Als murs es fa un doblatge interior amb plaques de guix i aïllament de 8cm de cel·lulosa projectada. El forjat entremig es refà amb estructura de fusta. El forjat de base, sostre del magatzem de planta baixa, es manté les biguetes metàl·liques i revoltons in situ i per sobre es posa un aïllament mes un terra radiant amb una xapa de morter.

La carpinteria es col·loca tota nova amb marcs de fusta massissa i vidres dobles baix emissiu.

Instal·lacions.

Aigua:

S'instal·la un sistema de captació solar tèrmic convencional amb 5 plaques de 2m² de captació i un acumulador interior per donar cobertura solar al ACS i un suport a la calefacció pel terra radiant

Es recull l'aigua de la pluja de tot l'edifici a un dipòsit prefabricat de 20m³ que abastirà els wc i el reg del hort.

Calefacció:

Com a suport del sistema solar tèrmic s'instal·la una caldera de biomassa. La distribució a la planta del habitatge es per terra radiant.

Electricitat:

L'edifici està connectat a la xarxa elèctrica convencional.

Aquest edifici combina un bon aïllament i una certa inèrcia tèrmica.



F.388 Imatge de l'obra on es veu on es col·loquen les plaques solars.

4.1.5 Habitatge unifamiliar a Claverol. Pallars, primavera 2011.

Estratègies per reduir el consum de recursos.

Claverol és un dels molts pobles del Pre-Pirineu català. En la majoria d'aquets pobles, creats ja fa molts anys, abans de la revolució industrial, quan només el sol era la font d'energia existent, aquests poblets ja estaven situats estratègicament per tal que les seves edificacions captessin el sol.



F.389 Imatge del solar abans de la intervenció.

Aquest projecte es tracta d'ocupar unes ruïnes d'un edifici antigament destinat a corrals. Un edifici que estava recolzat directament damunt la roca natural amb un fort pendent cap a sud i mirant a la conca de Tremp.

Aquesta situació del terreny, tot i que geomètricament de forma complexa, és un bon punt de partida per fer un edifici que pugui aprofitar bé l'energia del sol. A més, la ubicació elevada li permet evitar estar en situació d'inversions tèrmiques i lluny del aire fred o boires que es formen a les zones fondes amb la disminució d'irradiació solar que comporta i d'ambients més freds.

Estratègia arquitectònica. Ubicació i Forma del edifici.

El solar conserva uns antics murs que delimiten parcialment el terreny, dóna a la part nord al carrer del poble per on hi haurà l'accés i pels laterals l'india amb veïns relativament edificats i a sud hi ha el buit.



F.390 Secció energètica i esquema bioclimàtic.

Es crea una plataforma horitzontal, com una nova cota zero plana a sobre de la qual construirem la casa. Aquesta base es recolza sobre els antics murs de pedra existents que encara estan en relatiu bon estat.

L'arquitectura local demana un volum amb cobertes inclinades de teula ceràmica. El volum que crearem és una planta baixa de tota la dimensió i una planta primera de poc més de la meitat de la planta que sobresortirà a la part posterior de l'edifici.



F.391 Imatge del projecte acabat vist des del sud oest.

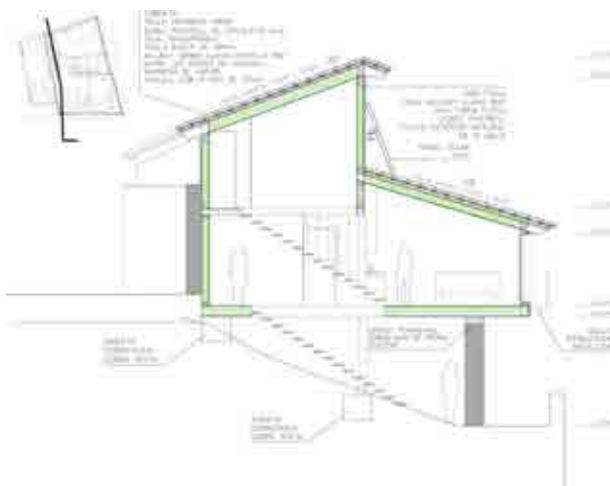
D'aquesta manera, la planta baixa té una cara sud oberta i, a la part de dalt, la coberta maximitza la façana sud de manera que es pugui captar al màxim la energia solar durant l'hivern en aquesta façana que és la més irradiada.

Un petit pati-galeria a est permetrà aportar sol directe i ventilar l'habitació i bany de la planta baixa que sinó només miraria a nord.

Aquesta disposició volumètrica en secció permet captar i distribuir l'energia solar a bona part de la casa.



F.392 Com que en aquest cas la cara sud coincideix amb un immens buit que mira a l'àmplia vall de La Pobla de Segur i la Conca de Tremp, amb les grans vidrieres a sud que capten el sol, també l'habitatge



F.393 gaudeix d'unes vistes impressionants des del balcó de la sala, casi podríem dir que vertiginoses.



F.394 Un voladís de l'estructura de fusta protegeix tant l'obertura al balcó de la planta baixa com les vidrieres de la part alta.

Sistema constructiu.

Està format per uns sistemes prefabricats d'entramat lleuger de fusta aïllats amb llana d'ovella. Aquest sistema és interessant per la seva lleugeresa dels panells que ens permet reutilitzar els murs existents de pedra en bon estat ja que la sobrecàrrega que li posem a sobre no és gaire més que la càrrega que havia aguantat el mur amb l'edifici anterior. Aquest fet aparentment accidental permet poder mantenir aquest patrimoni construït existent i no haver d'enderrocar i fer fonamentacions noves.



F.395 Imatges de la base anivellada sobre la preexistència abans de col·locar el forjat aïllat de fusta.

La rapidesa d'execució és un altre avantatge del sistema ja que permet reduir la mà d'obra en el lloc allunyat i, per tant, permet reduir el cost. El fet d'utilitzar materials naturals renovables i desmuntable s'ajusta bé en un entorn natural.

El fet de treballar al taller també permet millorar les condicions de treball dels operaris que no es veuen afectats per les inclemències meteorològiques i tenen les eines adequades.

Tot hi aprofitar part dels murs antics de pedra, caldrà refer una part de fonamentació convencional amb mur de ceràmica per completar els recolzaments del nou edifici.



F.396 Fabricació ala taller dels panells

Imatge del muntatge al taller dels panells de façana de l'obra, amb estructura de fusta i aïllament de llana d'ovella amb rotllo.

La composició dels murs i de la coberta és la mateixa, però amb diferent secció, per criteris estructurals.

De dins a fora, un panell OSB de 15mm, una barrera de vapor, l'entramat o estructura de fusta de 6x16 als murs i 12x24 a la coberta amb l'aïllament de llana, un entaulat de fusta basta una tela transpirable, doble llistó i, com acabat a la coberta, la teula ceràmica semiplana ventilada. A la façana, la secció és la mateixa amb un revestiment de làrrix amb tapajunts exteriors. A la façana nord que dona al carrer i, per mantenir el caràcter mineral del poble, l'acabat de façana s'acaba el mur de pedra fins a sota la coberta.



F.397 Muntatge en obra



F.398 Imatge del muntatge dels panells inserits dins dels murs de pedra antics existents. La nova estructura s'insereix dins del perímetre construït preservant els murs existents. Imatges de la tarda del segon dia de muntatge.



F.399 Imatge de l'espai galeria d'accés el tercer dia de muntatge.



F.400 Muntatge en obra de la façana sud



F.401 Muntatge dels panells entre els murs de pedra existents el segon dia de muntatge.

El forjat intermedi està format per uns taulons de cantell de 14cm clavats amb fusta massissa seca del Pirineu que dóna un element de fusta compacta, com una llosa, relativament dens que té un bon comportament per atenuar el so entre les dos plantes, alhora que té certa inèrcia tèrmica i, al ser fusta massissa, ja és un acabat per sota i per sobre. Aquesta llosa també permet tenir un element estructural i d'acabat amb molt poc gruix i permet contenir l'alçada de l'edifici.

En aquest cas, hi ha un diàleg entre els murs de pedra existents que suporten la base de l'edifici nou i la nova construcció lleugera sobreposada sobre aquest substrat històric encara vàlid i revaloritzat.



F.402 Imatge interior de la sala superior oberta al sud sobre la coberta amb revestiments de OSB i el paviment el forjat estructura massís de fusta de pi de 14cm de gruix.



F.403 Imatge del entorn de la vista i de la façana oest d'escorç.

Instal·lacions.

Aigua:

S'instal·la un sistema de captació solar tèrmic convencional amb una placa de 3m² de captació i un acumulador interior per tal de reduir les pèrdues de l'acumulador.

Al estar abastit pel subministrament urbà, i per raons de pressupost limitat, no es disposa de cap altre sistema d'optimització del cicle de l'aigua tot hi que es deixa previst a l'espai inferior del habitatge poder instal·lar un dipòsit de recollida d'aigua pluvial.

Calefacció:

Amb la filosofia de retornar a l'eficiència i autonomia dels recursos locals, s'opta per instal·lar una cuina "econòmica", com se li deien a les antigues cuines de llenya. Un element metàl·lic com una estufa dins la qual hi ha un compartiment relativament petit on es fa el foc, al costat, una cavitat que funciona com a forn regulant la seva temperatura amb el pas o no del fum pel voltant i regulant l'entrada d'aire. I la part horitzontal superior plana funciona com a superfície radiant d'alta temperatura on podem cuinar col·locant-hi a sobre les olles o paelles. En aquest cas, tornem a utilitzar aquest sistema de cuina amb llenya local. La cuina permet funcionar com a estufa de tota la sala, alhora que el calor serveix per cuinar. El calor es dissipa per la casa i un sistema de radiadors ajuden a distribuir la calor del foc de la cuina a la resta de la casa, com suport de calor pels dies on les aportacions solars no siguin suficients.

El disseny de les obertures grans a Sud i el nivell d'aïllament de l'evolvent fa que, en un dia d'hivern assolellat, per fred que faci a la nit, l'habitatge és capaç de mantenir la temperatura de confort les 24 hores del dia. Una capa d'arena seca de 4cm es col·loca sota el paviment per tal de donar una mica més d'inèrcia a l'edifici relativament lleuger.

Un cop en ús l'edifici i amb l'experiència del primer hivern amb l'habitatge en funcionament, ens adonem que el sistema hidràulic de la cuina econòmica que permet distribuir la calor a la resta de la casa no es necessari ja que el bon aïllament permet que la casa no es refredi ni els dies amb poc sol si es fa un mínim ús de la cuina econòmica. La distribució de la calor a la casa es fa naturalment sense necessitat del sistema d'aigua per radiadors. Aquest sistema primerament instal·lat per assegurar aquesta distribució es desmunta completament durant el transcurs del primer hivern.

S'observa en aquest tipus d'edificis que el confort interior és fàcil d'assolir i encara que hi hagi estàncies que no tenen un aport energètic directe, si estan dins de l'envolvent general aïllat, estaran dins la zona de confort, ja que les pèrdues tèrmiques per l'envolupant són molt baixes. Aquest fenomen simplifica molt la manera de concebre el sistema de calefacció i no cal fer una distribució exhaustiva dels aport de calor que, a més a més, podran ser de molt poca potència.



F.404 Imatge de la cuina econòmica de Llanya durant la seva instal·lació cap al final de l'obra a l'abril del 2011.

Per entendre el funcionament durant el primer hivern, hem col·locat un sensor de temperatura a l'interior que enregistra la temperatura cada 30 minuts. Paral·lelament ho comparem amb les temperatures obtingudes al termòmetre de l'estació més pròxima del servei meteorològic de Catalunya, a la Pobla de Segur a uns 4 km de Claverol i a uns 200 metres més baix.

A la **gràfica final** s'aprecia l'evolució a l'interior d'un dia tipus assolellat però fred, amb un gran salt tèrmic dia nit i també interior exterior.

A la temperatura interior es veu com baixa durant la nit fins a uns 19°C surt el sol i la temperatura a l'interior passivament puja fins a uns 23°C i, al fer-se fosc, baixa cap als 21°C. En aquell moment,

encenen la cuina econòmica per preparar el sopar i la temperatura s'enfila fins als 26 o 27°C. Aquesta escalfor serà suficient per passar tota la nit a una bona temperatura de confort a l'interior.

La quantitat de llenya que es crema, per dia, és aproximadament d'uns 5 o 7 kg. Molt poca cosa comparat amb el que consumeix qualsevol foc o estufa d'una casa tradicional a la mateixa regió.



F.405 Imatge boca foscant de la casa relacionada amb l'entorn i les altres cases del poble de Claverol.

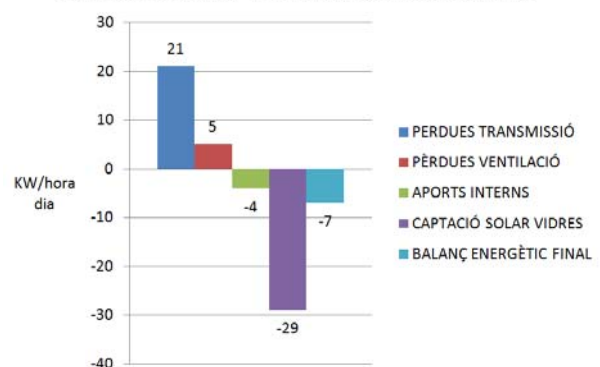
Electricitat:

El sistema elèctric no presenta gaires diferències a un convencional. A l'estar al nucli urbà, l'edifici està connectat a la xarxa elèctrica. El que sí que s'aconsegueix és fer molt poc ús d'aquesta energia ja que la cuina és amb llenya, l'aigua calenta sanitària amb panells solars, la rentadora també s'alimenta de l'aigua calenta solar i la il·luminació es fa amb bombetes de baix consum. Els grans finestrals permeten que en dies núvols no calgui encendre els llums a dins ja que la llum natural és suficient.

El consum elèctric total és clarament inferior al consum estàndard d'un habitatge plurifamiliar en un entorn urbà i de climatologia menys extrema.

Aquesta obra s'ha construït amb només 3 mesos. Un mes de preparació del terreny i base, una setmana per tota l'estructura de fusta i un mes i mig per instal·lacions, revestiments i acabats.

Balanç energètic d'un dia d'hivern assolellat



F.406 Gràfica del balanç energètic on s'observa que el balanç final entre guanys i pèrdues és positiu, el que significa que la temperatura interior serà una mica superior del que estava estimada.

El client és una família del poble relativament humil que amb molt criteri decideix invertir el que té en construir una casa que els hi permeti passar els propers anys sense consumir pràcticament res. Ja que el sol i la biomassa local els hi permetrà passar confortablement tots els hiverns, tal i com la tradició sabia fer. Ara, amb una mica més de tecnologia, aïllaments i vidres grans baix emissius, podem millorar més aquests principis que eren reals i correctes i continuaran essent en un futur pròxim i llunyà en vigència, ja que la nostra relació amb

l'astre Sol no canviarà i la climatologia, substancialment, tampoc.

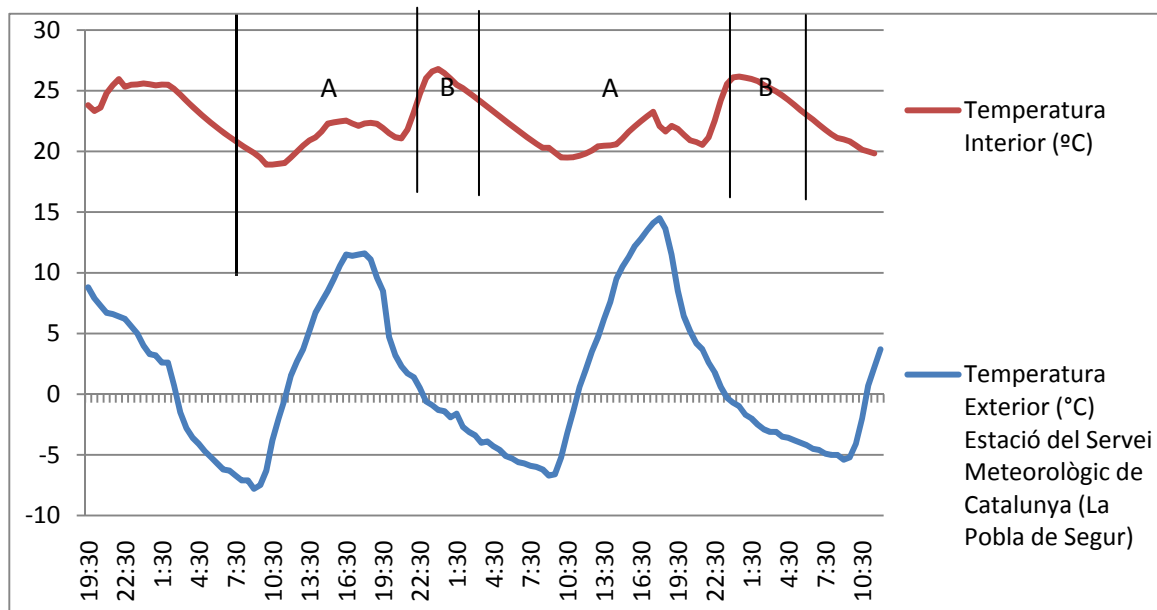


F.407 imatge nocturna de la casa amb relació amb el carrer i les façanes de pedra que dona continuïtat i diàleg amb les cases veïnes



F.408 Imatge de la casa i l'entorn amb l'embassament de Sant Antoni al fons a Sud.

Gràfic de les Temperatures preses entre els dies 20 febrer 2012 / 22 febrer 2012 dins i fora amb dataloger.



F.409

Període A- funcionament passiu de la matinada al vespre, el pic posterior al B es l'encesa de la cuina de llenya.

4.1.6 Rehabilitació i ampliació d'habitatge unifamiliar a la Floresta, Sant Cugat, 2010-12

Aquest edifici rep el primer premi al concurs Iberoamèrica Passivhaus el 2011.

A partir d'un edifici catalogat existent que es rehabilita íntegrament i s'amplia amb un nou volum per satisfer un programa més ampli d'habitatge. A la totalitat del projecte es busca l'eficiència energètica, amb dos estratègies diferenciades entre l'edifici existent i la nova ampliació, amb construcció lleugera de fusta adaptant-se a la topografia.



F.410 Façana Est.



F.411

Estratègies per reduir el consum de recursos.

L'edifici existent de principis del S.XX amb una construcció tradicional de murs de càrrega ceràmics amb una doble crugia amb mur de càrrega central paral·lel a la façana principal. Un edifici situat en la pendent del terreny amb un estudi a la part semi encastada al terreny, una planta baixa i una planta primera. Als anys seixanta o setanta es va fer una remunta per sobre de la coberta plana catalana ventilada de doble forjat per evitar l'escalfor de l'estiu. Aquesta remunta, amb mur ceràmic de doble envà de maó massís, es cobreix amb una coberta a dues aigües amb teula semiplana. L'estructura de la coberta de fusta s'aguanta amb una encavallada senzilla.

Es proposa buidar l'edifici, eliminar el doble forjat que s'havia quedat a l'interior de l'antiga coberta a la catalana i refer el forjat sostre de la planta baixa amb un sol element de fusta massissa a base de

taulons clavats de 14 i 16cm de cantell, recolzats a les parets existents. S'elimina el mur de càrrega central i es substitueix per una jàssera de fusta i un pilar metàl·lic per tal d'obrir la planta baixa que passarà a ser cuina i menjador obert.



F.412 Imatge del inici de les obres de buidat

Aquest forjat de fusta quedarà vist, per sota, a la zona de la cuina, i al pis de sobre, les habitacions i un bany. La coberta inclinada amb estructura de fusta i prefabricada amb panells sandvitx fets a mida al taller s'aïllarà amb 24cm de llana.



F.413 Imatge interior del forjat de fusta massissa vist per sota.



F.414 Imatge de la col·locació del forjat massís de fusta per la part superior del edifici existent buidat.

Els murs exteriors de l'edifici existent es folraran amb un aïllament perifèric de 8cm i per la cara interior a la façana Est ja que està catalogada.

La ampliació que es col·loca a Sud, ja que per la topografia i forma del solar no hi ha massa més opció, tindrà una gran obertura a sud per captar el sol i obrir-se a les vistes de l'entorn natural amb unes proteccions solars mòbils i una pèrgola fixa.

La nova construcció amb panells de fusta plens d'aïllament garantirà un bon comportament tèrmic de l'edifici i reduirà les pèrdues per transmissió de calor de l'envolent.



F.415 Imatge del muntatge de l'annex amb estructura prefabricada de fusta.

Estratègia arquitectònica. Ubicació i Forma del edifici.

L'edifici existent manté la seva volumetria i aspecte exterior per la seva situació d'edifici catalogat i com a respecte al passat. S'obrirà una mica més una obertura a la cara sud, just sota la coberta per sobre del nou volum ampliat, i en una zona on no s'aprecia en una vista de conjunt per captar més sol d'hivern.

El nou volum a ampliar s'ubica a la cara sud de l'edifici actual, ja que no hi ha massa més possibilitats dins del solar, degut a la seva geometria i topografia, amb fort pendent. L'ampliació es situa al costat sud i, per tant, tapa el sol en bona part l'edifici existent.

S'aplica un criteri per tal de diferenciar clarament l'edifici existent de la nova ampliació, i aquest criteri és separar els dos edificis per un pas o carrer cobert de 110cm d'ample que seran les escales que uniran els diferents nivells de les dues parts. Aquest espai de transició entre l'edifici antic i el nou és obert i transparent com si fos un carrer però tancat amb vidre per raons tèrmiques i de seguretat.



F.416 imatge acabada del interior



F.417 Imatges de l'interior de l'espai entre l'edifici existent i la nova ampliació.

Aquest tancament reulat i transparent deixa girar els materials d'acabat de façana cap a l'interior, de manera que s'emfatitza més la sensació que les escales són un lloc de pas exterior, com un carrer.



F.418 Aquesta escletxa vidriada també deixarà entrar el sol i permet obrir les vistes des de dins de la casa existent cap a fora pels nous forats que s'han fet a la façana sud per tal de comunicar-se correctament amb les escales i el nou edifici adjunt.

El nou edifici és volumètricament més petit que l'existent i es recula lleugerament de l'alineació per tal de deixar protagonisme i presència dominant a l'edifici existent que continua marcant el caràcter del lloc. Aquest nou volum disposarà de les màximes obertures a la façana sud, amb gairebé el 50% de superfície vidriada.



F.419

D'aquesta manera es pot captar intensament l'energia solar durant l'hivern i uns porticons corredissos acabats amb fusta enrasats dins del gruix de la façana ventilada permetran manipular-los i col·locar-los de manera que protegeixin de la radiació solar a l'estiu, tan de la directa com de la difusa. Tan a la cara oest com est, s'obren unes obertures per donar llum natural i relació amb el paisatge exterior i també disposen d'un sistema de protecció solar similar.

Davant de la vidriera sud a la planta baixa, s'hi col·loca una **pèrgola** que està dissenyada de tal manera que permet que el sol d'hivern entri i el d'estiu s'aturi, agrupant uns llistons de 3 en tres i alinear-los segons la inclinació dels rajos del sol de migdia a l'hivern. Així es fan ombra entre ells, però a l'estiu, com que el sol porta un altra orientació, els tres llistons cada un fa la seva pròpia ombra.



F.420 Imatge de la pèrgola i l'agrupació de tres llistons.



F.421 Imatge d'hivern on es veu que el sol només és obstruït per 3 de les 9 tires de les que es compona la pèrgola i deixa entrar el màxim de sol a l'hivern a l'interior al contrari que a l'estiu.

Aquesta pèrgola es troba sobre una terrassa que es prolonga amb una piscina i passarel·la de fusta.

La forma de l'edifici nou és paral·lelepípedica per simplificar el procés productiu i de muntatge del sistema emprat d'entramat lleuger de fusta prefabricat.

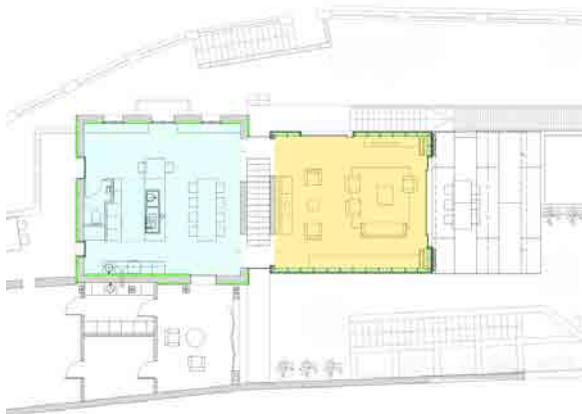
Sistema constructiu.

Distingirem les dues parts diferenciades del projecte:

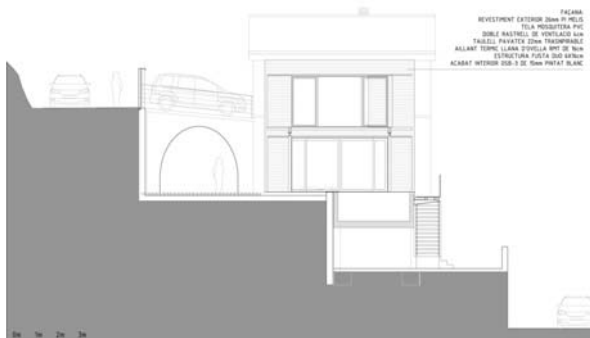
La casa existent que s'afronta com una rehabilitació, sobretot energètica, però també estructural i la part de la ampliació afrontada com una obra nova.



F.422 Planta primera. La trama verda indica l'edifici existent i la groga la nova ampliació.



F.423 Planta baixa nivell estar - menjador



F.424 Façana Sud

La casa existent:

Es buidarà la casa i s'eliminarà el mur central de càrrega quasi totalment i es substituirà per un pilar central que tindrà una fonamentació nova. Es mantindran les parets perimetrals de càrrega i com a façana, mantenint també els buits existents tan en dimensió com en proporció.

Un cop fet aquest buidat es prepara la base per recolzar el nou forjat entre les dues plantes, que seran 4 peces d'uns 7x2.5 metres de fusta massissa d'un cantell entre 14 i 16cm, format per taulons de pi del Pirineu català, clavats entre sí i formant un element monolític com una llosa de fusta però sense cola.

Un cop consolidada i anivellada la part superior dels murs existents, es col·locarà la coberta, també amb unes peces prefabricades d'estructura i acabat de fusta. L'estructura està a l'interior i crea uns buits entre ella que s'omplen amb 24cm de llana d'ovella a granel, resultant una U del teulat de $0,18 \text{ W} \cdot \text{m}^2\text{K}$, molt millor que la coberta anterior i molt superior als $0,45 \text{ W} \cdot \text{m}^2\text{K}$ que demana la normativa actual del CTE pel clima que és.



F.425 Secció per la casa existent



F.426 Imatge del interior del sotacoberta de la casa existent reconstruïda.

El revestiment serà el mateix que l'existent amb les mateixes teules ceràmiques semiplanes recuperades durant l'enderroc. D'aquesta manera, a més de tenir un estalvi econòmic, es redueix els residus de l'obra i es manté el caràcter original del lloc.

Per millorar l'aïllament de les façanes del edifici existent cal col·locar un aïllament. En les tres façanes no catalogades es situarà, per l'exterior de la façana, un poliestirè de 8cm de gruix acabat amb un morter adhesiu acrílic de color similar a l'original.



F.427 Imatge del aïllament perimetral a la façana del edifici existent de obra ceràmica tradicional

La façana est catalogada s'aïlla per l'interior per tal de no desfigurar les motlures i ornaments que caracteritzen la façana.

La solera, que una part està sobre el terreny i l'altra sobre l'estudi semi encastat al terreny, es refà amb morter i arlita per tal de millorar l'aïllament amb el terreny. Com que disposa de terra radiant es reforçarà amb una placa d'aïllament la barrera tèrmica per tal que la calor del terra radiant no s'escapi pel terreny.

Degut a la coberta inclinada, apareix un petit altell a sota del carener central de la coberta. Aquest altell és una llosa de fusta similar a la de la cuina però de 10cm de cantell que es recolza sobre les compartimentacions de les habitacions que són lleugerament estructurals, també construïts amb entramat de fusta i placa Fermacell.



F.428 Imatge les obres a les habitacions la casa existent



F.429 Imatge de les habitacions interiors acabades

L'ampliació

El nou volum de l'edificació es situa similar a la casa i a cavall entre dos nivells del terreny amb un desnivell important de gairebé 3 metres d'alçada.

El volum ampliat es recolza en tres punts. Un amb fonamentació superficial a la part de darrera, al mur de contenció a la part central i sobre un pòrtic metàl·lic que serveix de suport i baixa les càrregues fins al nivell inferior.

Sobre aquesta base es col·loca una mena de forjat sanitari també aïllat amb 22cm d'aïllament. Estarà, per força, separat del terreny per tal que les humitats no afectin la base de l'edifici.



F.430 Muntatge de l'ampliació de fusta.

En aquets elements prefabricats ja s'hi deixen previstos els passos de les instal·lacions per tal de no haver de tocar o modificar res dels elements construïts.

Sobre aquesta mena de forjat sanitari es recolzen les 4 parets, ja que no hi ha compartimentació interior.

Tot el muntatge de l'ampliació es prepara al taller, on després de preparar els plànols i el sistema de control numèric per poder tallar cada peça de fusta exactament a mida i després muntar els panells de façana sencera també al taller, i la última feina serà de portar-los a l'obra amb un camió convencional.



F.431

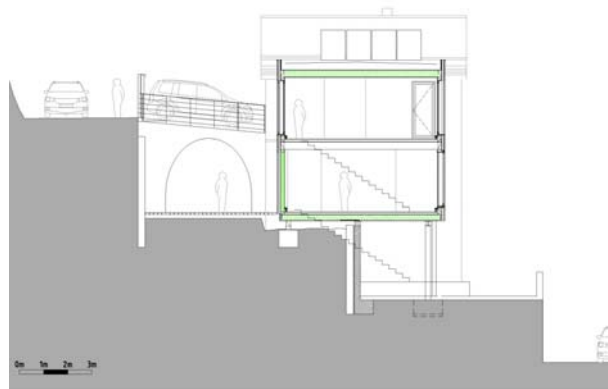


F.432 Muntatge al taller dels elements prefabricats dels murs de fusta autoportants.

Els murs són entramat lleuger de fusta format per pilarets de 16cm de profunditat cada 62.5cm, que és un múltiple del taulell d'arriostament OSB.

La composició de la façana, de dins a fora, és:

Fermacell pintat com acabat interior, després una barrera de vapor, després l'entramat de 16cm i la llana d'ovella atapeïda amb certa pressió.



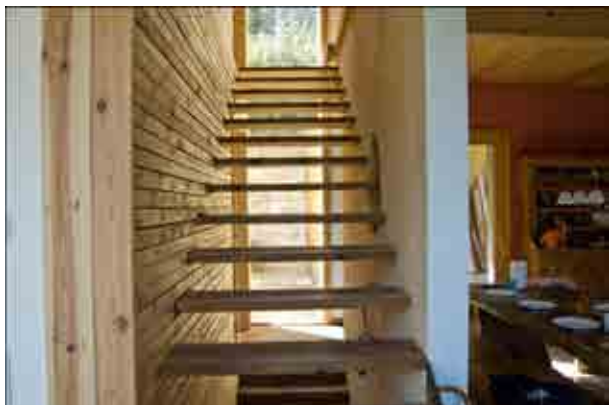
F.433 Secció EO per la part nova.

Un taulell de fusta exterior i una tela transpirable tanquen el sandwich de la façana que estarà acabada per l'exterior amb un enllatat i el revestiment de fustes de Làrix amb fixacions ocultes col·locades en horitzontal i amb certa pendent cap a fora per escopir l'aigua.

La coberta també segueix la secció similar a les parets però amb més gruix de l'estructura segons el càlcul de la llum interior i la necessitat de més o menys secció estructural de les bigues de fusta. L'acabat superior de la coberta en aquest cas és una xapa blanca amb una pendent del 4% i una canal oculta de recollida d'aigua pluvial.



F.434 Imatge del interior de la part nova, amb una obertura a est, els murs de fusta acabats blancs i les bigues del forjat de fusta aparents.



F.435 Imatge final de l'escala com a espai semi exterior de transició entre l'edifici existent i la part ampliada amb estructura de fusta.

Instal·lacions.

Aigua:

S'instal·la un sistema de captació solar tèrmic convencional de 5m² de captació i un acumulador interior.

Es recupera l'aigua de la pluja per al reg del jardí.

Calefacció:

Tota la part habitable de la casa s'instal·la un terra radiant. Aquest es pot escalfar per l'excendent d'energia solar dels panells tèrmics o per una caldera de gas de condensació. Bàsicament la demanda d'energia serà a la part antiga que té menys capacitat de captació solar. I pel fet de tenir més inèrcia tèrmica la temperatura és molt més constant a diferència de la part nova, més lleugera i

amb més captació solar directa, tindrà més oscil·lacions de temperatura.

Electricitat:

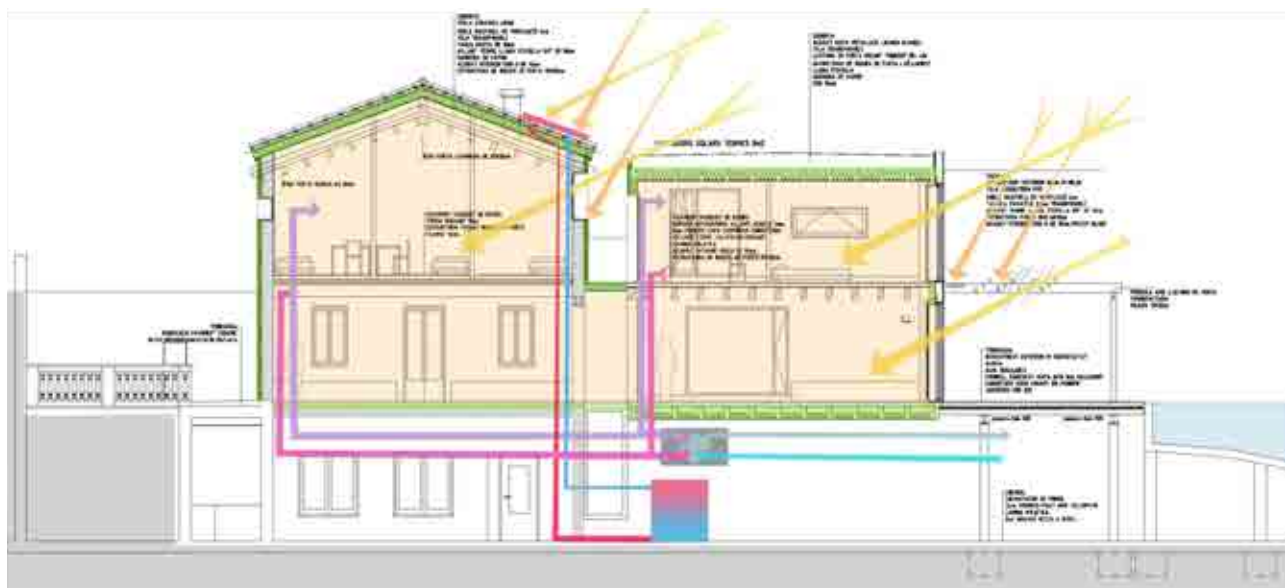
El sistema elèctric no presenta gaires diferències a un convencional. A l'estar al nucli urbà l'edifici està connectat a la xarxa elèctrica. El que sí que s'aconsegueix és fer molt poc ús d'aquesta energia ja que la cuina és amb gas, l'aigua calenta sanitària amb panells solars, la rentadora també s'alimenta de l'aigua calenta solar i la il·luminació és majoritàriament amb bombetes de baix consum. Els grans finestrals permeten que en dies núvols no calgui encendre les llums a dins ja que la llum natural és suficient.

Ventilació:

S'incorpora un sistema de ventilació mecànica amb recuperador de calor d'un rendiment del 60% que renova l'aire de tot l'edifici tan de la part nova com de la vella i en recupera una bona part de la calor.

S'aprofita la piscina per col·locar-li un terra radiant que pot, a l'estiu, dissipar si hi ha excendent de calor a les plaques solars i també refredar la casa si la temperatura de l'aigua de la piscina durant els dies d'estiu és inferior a la temperatura de confort desitjada.

Una manera d'aprofitar la inèrcia tèrmica exterior de la massa d'aigua de la piscina.



F.436 Secció NS. Estudi bioclimàtic.

4.1.7 Ampliació del refugi Colomina a 2400m. Pallars, setembre 2010.



F.439 Imatge del resultat final de la ampliació

Des de principis del s. XX existeix un edifici de fusta construït durant els treballs hidràulics per construir canalitzacions per la central hidroelèctrica. Un edifici construït amb fusta amb gairebé 100 anys d'història ja prefabricat i n'existeixen d'altres iguals de la mateixa època a la vall.

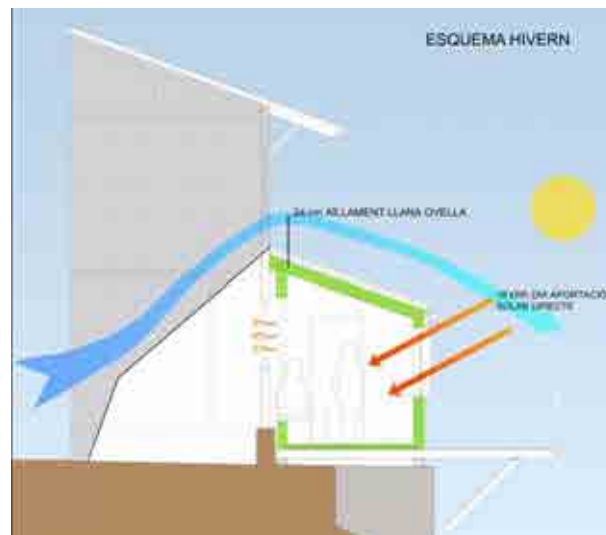
Un edifici amb 3 crugies construït amb fusta massissa amb murs portants amb taulons de cantell, forjat sanitari, planta baixa un pis i les golfes sense ús.



F.440 Imatge de la ampliació lateral oest



F.441 Alçat oest on es percep la forma aerodinàmica del nou volum per tal de contrarestar l'esforç del vent de nord.



F.442 Esquema bioclimàtic hivern. La forma és aerodinàmica pel vent que ve de nord.



F.443 Imatge durant l'hivern

L'edifici ha viscut diverses modificacions i una ampliació a la cara nord quan va passar a destinar-se a refugi de muntanya propietat de la FECC Federació d'entitats excursionistes de Catalunya.

Criteris arquitectònics.

El projecte d'ampliació ocuparà la terrassa sud existent amb la qual cosa calia guanyar un nou espai per la terrassa que serà volada com un balcó damunt del paisatge de la vall, construïda amb una estructura metàl·lica galvanitzada prefabricada i muntada tota cargolada. Aquesta estructura metàl·lica servirà també com a base regular per recolzar l'ampliació de fusta.



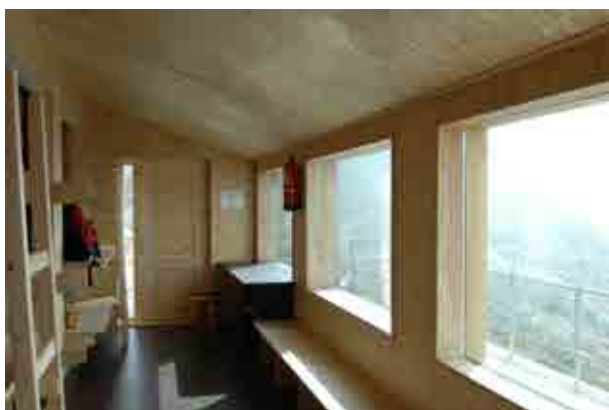
F.444 Imatge de la terrassa guanyada al buit.

L'ampliació del edifici consta d'un espai destinat a refugi lliure durant bona part de l'any quan el refugi està tancat. Amb una zona de magatzem a l'entrada per deixar el material de muntanya com esquís botes i altres. L'espai principal tindrà unes lliteres i una zona per menjar.



F.445 Imatge del interior.

Aquest nou volum es situa a la cara sud del edifici amb vista cap al fons de la vall i amb una orientació que li permet rebre molta radiació solar sobretot durant l'hivern. Per tal de captar aquesta radiació solar directa es crearan 3 vidres fixes, seguint les 3 crugies del edifici existent creant una gran superfície vidriada al exterior a la cara sud que permetrà durant l'hivern amb dies assolellats tenir un aport directe de 14kwh diaris.



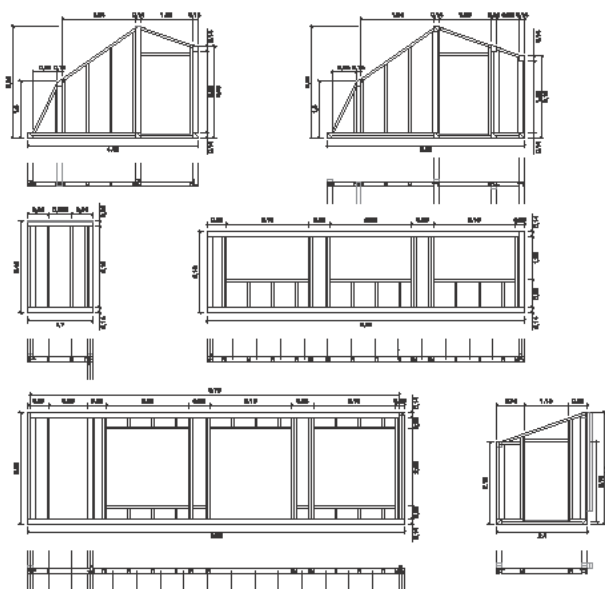
F.446 Imatge del interior.

El volum principal té la coberta a una aigua cap al exterior ventilada recoberta amb una xapa negra similar a la del edifici existent. El volum del magatzem que sobresurt del volum del edifici existent té una forma poligonal i la coberta es converteix en façana, tot recobert amb la mateixa xapa. Aquesta forma poligonal permet donar una forma aerodinàmica per tal de reduir la oposició al vent de nord que pot superar els 200km/h a l'hivern amb tempestes de neu.

Sistema constructiu

El refugi està situat a la perifèria del Parc Nacional d'Aigüestortes i estany de sant Maurici, a 2400m d'altitud. Per arribar-hi cal caminar 2 hores des del punt més proper on es poden deixar els vehicles a 1700m.

Aquesta dificultat d'accés, l'entorn natural protegit i les condicions climàtiques extremes del lloc va ser decisiu per elegir el sistema constructiu, format per uns sistemes prefabricats d'entramat lleuger de fusta aïllats amb llana d'ovella. Aquest sistema és interessant per la seva lleugeresa dels panells i permet pujar-los amb un helicòpter sense problemes, ja que la càrrega màxima que pot portar amb seguretat l'helicòpter estàndard comercial són 800kg. La rapidesa d'execució és una altra avantatge del sistema ja que permet reduir la mà d'obra en el lloc allunyat i per tant permet reduir el cost, i el fet d'utilitzar materials naturals renovables i desmuntables s'ajusta bé en un entorn natural protegit.



F.447 desplegat dels panells prefabricats pel muntatge.

La base de l'edifici és una estructura metàl·lica galvanitzada que es prolonga i és l'estructura volada de la nova terrassa. Damunt d'aquesta estructura metàl·lica que disposa de platines perforades per tal de crear les unions amb la estructura de fusta, 8 panells de fusta conformaran els murs de l'espai principal i de l'espai del

magatzem. 4 panells de coberta cobriran l'ampliació.



F.448 muntatge i preparació al taller de la base de la estructura metàl·lica



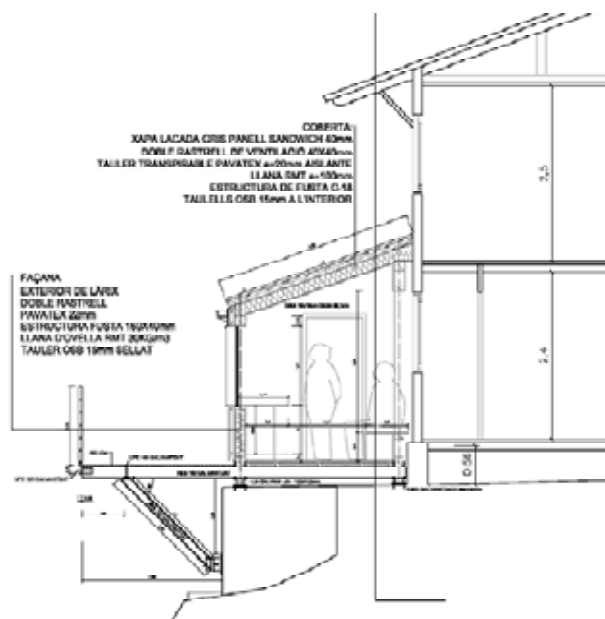
F.449 Preparació logística dels paquets de material amb limitació de 800 Kg de pes per a poder-ho transportar en helicòpter.



F.450 Taula especial per fabricar els panells per les dues cares.



F.451 Imatges al taller dels elements prefabricats llestos per col·locar al lloc.



F.452 Secció constructiva de l'ampliació



F.453 Muntatge amb l'helicòpter dels panells de façana.

La composició dels murs i de la coberta es la mateixa però amb diferent secció per criteris

estructurals. De dins a fora, un panell OSB de 15mm, una barrera de vapor rothhouse, l'entramat o estructura de fusta amb l'aïllament de llana, un entaulat de fusta basta una tela transpirable, doble enrastrellat i com acabat a la coberta la xapa negra lacada o entaulat ventilat vertical de fusta de làrix amb tapajunts.



F.454 Muntatge amb l'helicòpter dels panells de façana



F.455 Muntatge del la coberta – façana



F.456 Imatge del interior durant el muntatge



F.457 Façana sud

Un cop construït s'estableix un diàleg entre l'edifici existent de fusta i la nova ampliació amb el mateix material però quedant clarament quin era l'edifici original i que es el que s'ha afegit.



F.458 Imatge del refugi al febrer del 2013 degut al fort vent i la neu a la cara sud s'acumula molta neu a la part deprimida de la pressió del vent molt fort de nord que arriba a tapar el precipici de la cara sud i la neu remuntar fins a sota la coberta. Imatge que exemplifica les condicions meteorològiques extremes d'aquest lloc.

Instal·lacions

Degut a la seva situació de difícil accés no hi ha cap font d'energia al lloc que no sigui el sol. La zona del refugi lliure no disposa de cap tipus de instal·lació, només un interfon de seguretat connectat amb els bombers de la generalitat per avisar en cas d'urgència, que s'alimenta amb l'electricitat de les plaques solars del refugi.

No disposa de cap sistema de calefacció ni de refrigeració.

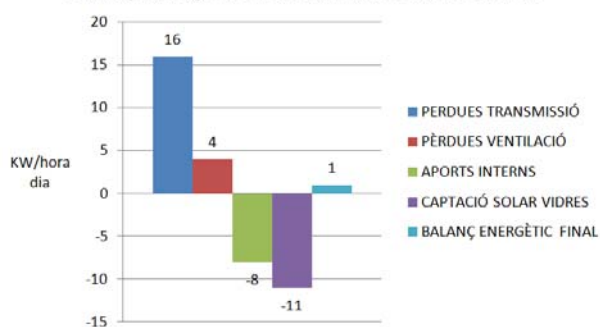


F.459 vista del conjunt durant l'hivern. Per depressió es crea una duna de neu a la cara sud del refugi per efecte del vent i neu de nord.

Resultats

Com que no hi ha cap sistema d'aport d'energia altre que el sol, l'objectiu del disseny de l'ampliació del refugi és que amb l'aport solar es pugui apropar al màxim a la zona de confort amb un consum 0. En altres casos normalment es mesura quanta energia ha fet falta per estar dins la zona de confort, en aquest cas no hi ha consum i mirarem si les condicions interiors són confortables i si s'apropen a una situació de confort pels excursionistes que s'hi refugien durant l'hivern.

Balanç energètic d'un dia d'hivern assolit



F.460 Gràfica del balanç energètic on s'observa que les pèrdues i els guanys queden gairebé compensats. Fet que vol dir que l'edifici s'ha optimitzat de forma que no necessitarà cap aport addicional d'energia per aconseguir el confort interior.



F.461 Gràfica de la diferència de temperatura entre l'interior i l'exterior un dia d'hivern.

Tot hi que a l'exterior es pot arribar a temperatures de -20°C i estant tot nevat, alguna tarda la temperatura a l'interior del refugi lliure pot arribar a 23°C en dies de sol tot hi que durant la nit perd uns 10°C les condicions són clarament molt més confortables a l'interior que a l'exterior.

Durant l'estiu, el fet que les superfícies vidriades són a sud fa que l'aport solar durant l'estiu és relativament baix i com que hi ha obertures als dos costats oposats de l'ampliació i sabent que a 2400m l'aire sempre es manté fresc, no hi ha cap sistema de protecció solar i tampoc hi ha problema de sobreescalfament.



F.462 Imatge exterior del diàleg entre la façana de fusta existent i la nova que s'ha ampliat, el mateix material col·locat diferent 100 anys mes tard al mateix lloc.

4.1.8. Allotjament rural en era existent Montcortès, al Pallars Sobirà.

Reconversió de antic paller i corral a Montcortès al Pallars Sobirà, al Pirineu de Lleida en allotjament rural. La evolució tècnica de la agricultura a fet esdevenir obsoleta la estructura tradicional dels pallers i els corrals. L'aparició de màquines grans i de gran pes i dimensió han fet que les explotacions agrícoles actuals no es puguin adaptar als edificis tradicionals de mides més domèstiques dins dels nuclis urbans. Les actuals s'instal·len en grans instal·lacions fora dels nuclis habitats.

Una opció de donar ús a aquests edificis es transformar-los amb habitatges, aprofitar les estructures existents abans de construir nous edificis.

En aquest cas es mantenen els murs de pedra, s'hi fan noves obertures i es reconstrueixen els forjats interiors i les cobertes, que mantindran el mateix volum i de textura similar.

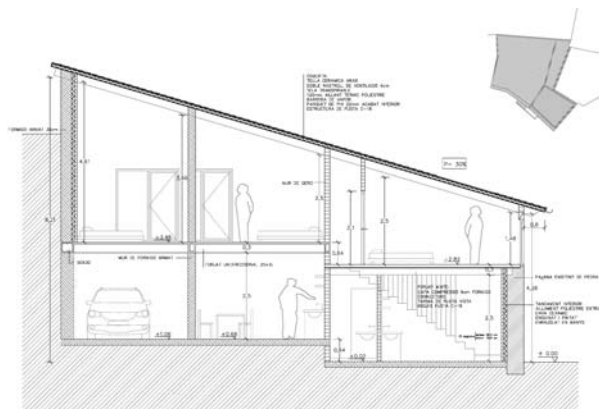


F.463 Imatge de l'estat inicial del conjunt abans de la rehabilitació.

Estratègia arquitectònica.

El volum que s'aprofita i es reconstrueix és el que ocupava l'edifici agrícola. Amb els mateixos materials i textures que els anteriors. L'encavallada de fusta que dona al pati de la era es reconstrueix similar al que era per tal de mantenir el caràcter del lloc.

Per adaptar-se a la pendent del terreny i a la geometria de la coberta, els dos habitatges estan esglaonats. La mitgera que els separa rep a diferent nivell els forjats.



F.464 Secció del edifici on es veu el canvi de nivell dels habitatges i la relació amb la topografia del terreny.

S'obren noves obertures per tal de deixar entrar la llum i el sol pel nou ús d'habitatge que ho requereix, cosa que no li calia anteriorment ja que funcionava com a magatzem o contenidor d'herba.

Les noves obertures es prioritzen a la façana sud per tal de majorar els aportats solars durant l'hivern.

L'edifici tot hi haver canviat d'ús, manté la relació física amb l'entorn rural immediat. Un hort i un galliner amb animals domèstics manté el caràcter tradicional funcional de la zona agrícola adjunta. Justament aquesta relació amb la part agrària li dona un atractiu molt valorat pels usuaris de l'allotjament rural.

Sistema constructiu.

Es manté la lògica constructiva tradicional del edifici amb una estructura vertical de murs autoportants per gravetat relativament gruixuts de pedra i les parts interiors que es reconstrueixen com a divisòries entre els dos habitatges són amb mur ceràmic per optimitzar gruix. El mur que separa l'espai de l'estisora amb l'interior que és de nova creació i no tenia traça antiga es construeix amb entramat de fusta lleuger i prefabricat per tal de ser més lleuger i ben integrat i solidaritzat amb el sistema constructiu de fusta del forjat i la coberta amb els qui connecta. Amb aquest sistema també es permet fer un bon gruix d'aïllament, de 16cm sense perdre espai del mur estructural, ja que es troben al mateix pla.



F.465 Imatge del inici de les obres i procés de buidat del edifici existent en mal estat.



F.466 Imatge del procés de muntatge a obra dels panells lleugers d'entramat de fusta del tancament interior de la zona de la estisora.



F.467 Imatge del espai recuperat amb les noves encavallades estructurals seguin la geometria originals.



F.468 Façana est després de la rehabilitació

Els elements estructurals horitzontals es reconstrueixen amb fusta. El forjat està format per uns sistema massís de taulons de pi local clavats de cantell entre ells. De poc cantell, amb 14cm degut a les llums reduïdes, és suficient per tal de suportar el forjat. Aquest poc cantell es favorable per tal d'evitar augmentar l'alçada de la coberta i tenir espai suficient interior. El acabat inferior ja es el element estructural de fusta.

La coberta està construïda amb un embigat de fusta vist al interior i una capa de aïllament de 16cm de llana d'ovella per sobre, amb un doble enllistonat, de ventilació que subjecten la teula ceràmica d'acabament de la coberta.

Les finestres es col·loquen totes noves, amb marc de fusta amb uns vidres dobles baix emissiu amb una $U=1,5$ i una $g=0,65$.

Instal·lacions :

La principal font d'energia tèrmica es una caldera de biomassa alimentada amb pellets. Aquesta caldera subministra aigua calenta per l'aigua sanitària i per la calefacció quan sigui necessària. Calefacció que es distribueix amb un sistema convencional de radiadors.

L'aigua que recull la coberta es recull, s'emmagatzema en un dipòsit soterrat de 6.500 Litres i s'utilitza pels wc i el reg exterior.

La electricitat la obté de una connexió a la xarxa estàndard ja que es troba dins el nucli de població.

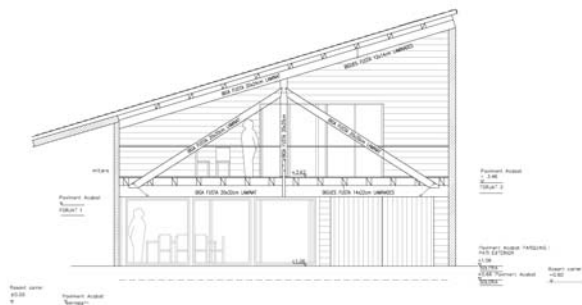
Resultats :

Després d'un any de funcionament el consum energètic es relativament reduït degut al bon aïllament una certa inèrcia tèrmica que te la casa

amb els murs ceràmics interiors i alguna zona de mur de pedra i també gracies a uns aports solars notables. Sota la encavallada a la façana est un hivernacle permet crear un espai semi tancat entremig entre l'exterior i l'interior permet aprofitar aquest lloc com a sala durant el dia a l'hivern ja que s'escalfa amb el sol del mati i durant la nit es un espai temperat que redueix les pèrdues de la façana. Durant l'estiu s'hi col·loquen unes cortines blanques per tal de reduir els aports solars del mati que son importants.



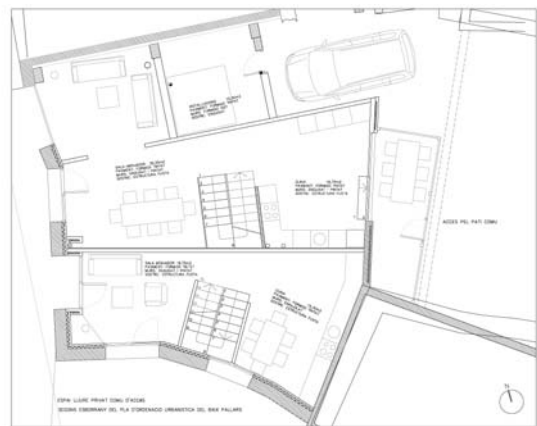
F.469 Imatge de la unió del tirant o pendoló de la encavallada e fusta passant entre el forjat massís de taulons de pi clavats entre ells. En aquest cas l'obertura típica d'aquets edificis agrícoles, la estisora, sobra a sud-est.



F.470 façana de la estisora a est, que es recupera la encavallada tradicional que continua sent un element estructural.



F.471 Planta pis amb les habitacions



F.472 Planta baixa del projecte



F.473 Façana acabada sud oest



F.474 relació entre el cantell del forjat de fusta massissa i la obra de suport. Es poden veure tots els taulons de cantell que formen el forjat.



F.475 Imatge de la col·locació manual de la llana d'ovella a granel a la coberta amb els 16cm entre el doble llistó de la coberta.



F.476 Imatge del sostre de taules de fusta massissa de cantell clavades i recolzades sobre el mur de contenció de formigó.



F.477 Imatge de la part inferior de la encavallada



F.478 Imatge de la part de la encavallada i el porxo generat.

Conclusió:

Es un exemple tipus d'intervenció i canvi d'ús en un edifici agrícola en des ús. L'edifici s'adapta a les noves necessitats o demandes de la societat sense perdre el caràcter original, mantenint els principis estructurals i la relació amb l'entorn urbà directe. Una relació pròxima entre el usuari i la natura amb criteris de sostenibilitat te coherència amb la finalitat i el ús que es fa d'una casa d'allotjament rural.

A nivell energètic té un comportament correcte pel fet de ser una rehabilitació. Amb uns consums molt més baixos que una construcció convencional sense arribar a ser un estàndard europeu de baix consum.



F.479 Sala de màquines amb la caldera de pellets com a principal element que proporciona aigua calenta sanitària i calefacció per radiadors.

4.1.9 Habitatge unifamiliar dins paller existent a Lleret. Pallars Sobirà, 2012.

Es planteja adaptar en habitatge un petit espai dedicat a ús agrícola o de magatzem, que era un paller adossat a un paller més gran a la part Nord del nucli de Lleret a la part alta del Pallars Sobirà.

Aquesta edificació existent està formada per un mur de pedra en forma de ferradura sobre del qual hi ha una coberta de llosa i estructura de fusta. Deixa una era descoberta oberta cap a sud oest.

Per transformar l'espai existent amb habitatge es remunta la coberta per poder encabir una planta baixa amb 2 habitacions i un bany i una planta sotacoberta on s'hi col·loca la cuina menjador i sala, espais principals que gaudiran de la vista i del sol des de la part superior.

El carrer amb pendent dona accés a la planta sotacoberta i les habitacions poden sortir al pati a peu pla per la part inferior.

Per mantenir el caràcter original, es conserva el mur de pedra de la planta baixa, es retalla al nivell del forjat i un cercol perimetral per la part interior, rebrà l'estructura de fusta del forjat intermedi sobre el qui recolzaran els murs del espai sotacoberta.

A partir d'aquí es puja l'estructura interior de fusta amb panells poligonals d'altures diferents seguint la curvatura del mur. El mur de pedra existent es remunta fins arribar sota la coberta final. Així es manté la lògica constructiva de mur de pedra gruixut i autoportant. La imatge final és fidel a l'origen.



F.480 Imatge del pati existent amb la estructura de fusta i coberta original. Construcció que genera un espai cobert obert a sud oest al sol d'hivern i protegit del vent del nord. Característiques bioclimàtiques intrínseques de l'arquitectura tradicional local que permetrà que l'edifici tingui un bon funcionament passiu.

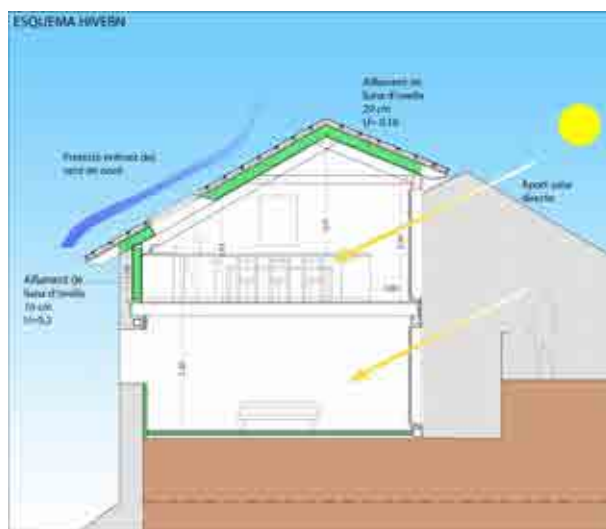
Estratègia arquitectònica. Ubicació i Forma del edifici per reduir el consum de recursos

La volumetria de l'edifici existent, està pensada per optimitzar l'energia solar que arriba al lloc. La ubicació del poble a la vessant sud est permet que el sol arribi aviat al matí però a l'hivern a partir de primera hora de la tarda està a l'ombra de la muntanya.

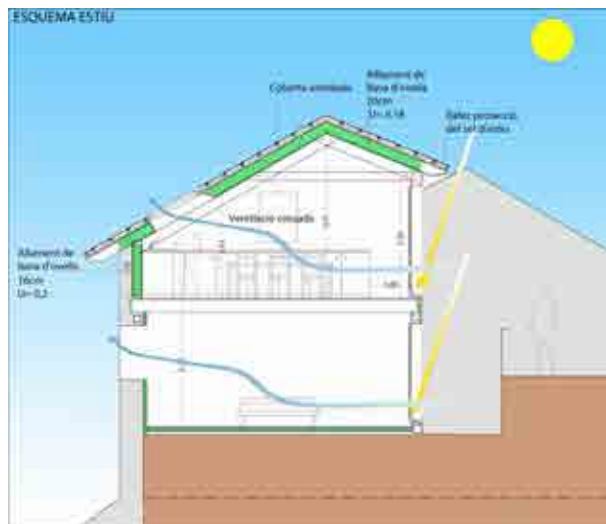
La gran obertura existent a sud oest, es transforma amb una façana lleugera d'estructura autoportant de fusta i grans obertures per permetre que el sol entri i escalfi l'interior passivament.

La coberta segueix el mateix volum pre-existent amb una vessant principal cap a nord i una més curta cap a sud que protegirà l'obertura del sol d'estiu. La coberta nord protegeix l'edifici del vent del nord que bufa sovint a la zona durant l'hivern i es molt fred.

La paret de pedra de forma corba protegeix també l'edifici del vent de nord que a l'hivern baixa de la vall de Tavascan.



F.481 Esquema bioclimàtic del comportament de l'edifici durant l'hivern, amb la captació solar de la façana sud, el gruix del perímetre continu aïllat amb gruixos entre 12 i 22cm. També s'aprecia la volumetria que dona l'esquena al vent fred del nord.



F.482 Esquema bioclimàtic del comportament de l'edifici durant l'estiu.

El voladís de la coberta actua com a protecció solar de la obertura vidriada, el gruix continu d'aïllament permet que l'escalfor de la llosa de la coberta no entri dins de l'habitatge. Les obertures petites a la cara nord garanteixen una bona ventilació creuada.



F.483 Imatge volumètrica de la proposta del projecte. Mantenir la geometria existent aixecant la coberta extrusionant els murs de pedra existents i mantenir l'obertura com element lleuger de fusta i vidre. La coberta manté les mateixes pendents i dimensions.



F.484 Muntatge de l'estructura de fusta de la part superior sota coberta i la coberta amb estructura de murs prefabricats de fusta i la coberta in situ amb elements mecanitzats sense carener amb tirants que absorbeixen les empentes horitzontals de les bigues.



F.485 Planta baixa amb dues habitacions i el bany,

Es veu el mur de pedra existent portant i el trasdossat interior. La façana de fusta del tancament a sud es estructural i alberga a dins l'aïllament tèrmic.



F.486 Planta primera sota coberta i accés des del carrer amb sala d'estar cuina i menjador.



F.487 Secció transversal. Visió de la continuïtat de la capa de l'aïllament. Tan en coberta en façanes i en la solera.

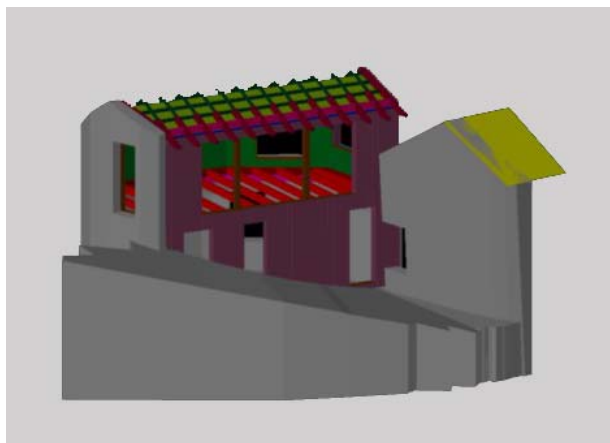


F.488 Imatge de les vistes per sobre de la coberta existent des de la nova obertura del mur d'entramat de fusta orientada a est.

Sistema constructiu.

Es combinen dos sistemes. La part existent es conserva el mur de pedra en bon estat to hi que les pedres del mur no estan unides amb morter de ciment sinó amb fang. El mur es rejuntarà per fora amb un morter de calç de manera a estabilitzar i consolidar la unió entre les pedres. El mur que es remunta sobre el existent també s'utilitza el morter de calç com a conglomerant entre les pedres. Aquest morter és transpirable a diferència del ciment pòrtland. El morter de calç al ser transpirable ens redueix el risc de condensacions dins el mur de fusta interior.

La part recrescudada i el tancament de la façana sud que abans estava obert es construeix amb panells prefabricats d'estructura de fusta.



F.489 Imatge virtual tridimensional del programa de dibuix que permetrà la fabricació amb el control numèric de cada peça de la estructura i el seu muntatge sense errors geomètrics i amb molta agilitat.

Està format per uns sistemes prefabricats d'entramat lleuger de fusta aïllats amb llana d'ovella.

Aquest sistema és interessant per la seva lleugeresa dels panells que ens permet reutilitzar els murs existents de pedra en bon estat ja que la sobrecàrrega que li posem a sobre no es gaire més que la càrrega que havia aguantat el mur amb l'edifici anterior. Aquest fet aparentment accidental permet poder mantenir aquest patrimoni construït existent i no haver de enderrocar i fer fonamentacions noves.



F.490 Imatge del estat de les obres un cop anivellat el mur de pedra existent per tal de col·locar-li un cercol de repartició de carregues i unió de la part superior del mur de pedra que rebrà el forjat de fusta intermedi.

La rapidesa d'execució és un altre avantatge del sistema ja que permet reduir la ma d'obra en el lloc allunyat i per tant permet reduir el cost, i el fet d'utilitzar materials naturals renovables i desmuntables s'ajusta bé en un entorn natural.



F.491 Imatge del muntatge de l'estructura de fusta vist des de la façana sud. El volum i les obertures ja estan formats i els rastrells de ventilació de la façana de fusta han estat col·locats a fàbrica. In situ només caldrà segellar els panells i col·locar els vidres i la fusta de làrix d'acabat exterior.



F.492 Imatge de l'interior de la planta baixa amb l'estructura de fusta que tanca l'obertura i el mur de pedra existent que es manté tan com a tancament exterior i acabat com a estructura portant de la part superior de fusta. Per dins es posa un trasdossat amb aïllament de cotó reciclat i taulells de fusta OSB.

El forjat intermedi està format per un embigat unidireccional sobre el que hi ha un empostissat encadellat. Per sobre es col·loca un feltre de llana d'ovella de 6mm que actua com absorbent acústic dels impactes del parquet flotant de pi que serà el paviment acabat superior. A la solera es construeix un forjat sanitari lleuger aïllat per separar la estructura de fusta del terreny natural.



F.493 Imatge de la façana ventilada de fusta de làrnx amb tapajunts i amb els porticons tancats quedant integrats amb la façana com si no hi hagués altra obertura que la vidriera del nivell superior.

La neu no s'acumula contra la façana per l'efecte mirall de la radiació solar que incideix a la façana de fusta i vidriada.



F.494 Imatge del exterior a la façana Est, la part de pedra que s'ha remuntat seguint la geometria del mur inferior i amb una textura similar utilitzant morter de calç com a conglomerant del mur de pedra per tal de garantir la transpirabilitat del mur en front al mur de fusta aïllat al seu interior.

Instal·lacions.

Aigua:

Te connexió del subministrament urbà i per raons de pressupost i espai limitat no es disposa de cap altre sistema d'optimització del cicle de l'aigua.

No es fa cap consum extern al del habitatge, no hi ha jardí. L'hort es rega des d'una sèquia de reg i no és aigua tractada sanitàriament. Per la qual cosa no s'instal·la cap altre sistema d'aprofitament.

Calefacció:

S'opta per instal·lar una estufa de llenya a la sala al nivell superior. En part per gaudir visualment de la combustió dins del foc.

Per fer arribar l'escalfor a les habitacions de sota es col·loquen uns tubs d'aire forçat que amb un ventilador incorporat bufa l'aire calent de la estufa fins a la part baixa de les habitacions per tal que l'aire calent les escalfi. No es el millor sistema ja que l'aire per convecció torna a pujar i en general sempre s'acumularà més aire calent a la part de dalt o espai de dia que a les habitacions a la part de sota. De totes maneres es més confortable tenir una temperatura més alta en els espais de dia que no a les habitacions..

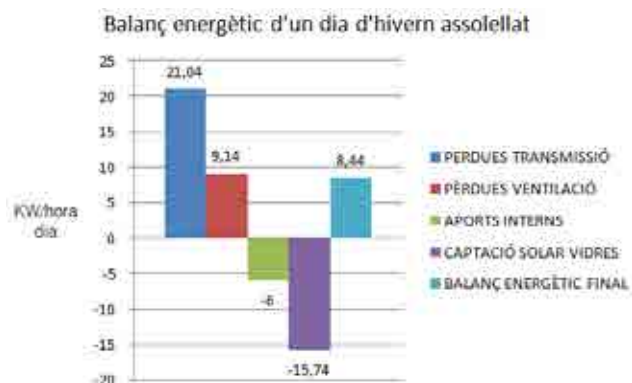
El disseny de les obertures grans a Sud i el nivell d'aïllament de l'evolvent fa que en un dia d'hivern assolat, per fred que faci a la nit l'habitatge és capaç de mantenir la temperatura de confort les 24 hores del dia. Les habitacions tindran una temperatura més baixa que la sala ja que l'aport energètic solar és molt més gran a la sala que a les habitacions a més de la seva posició.

Electricitat:

El sistema elèctric no presenta gaires diferències a un convencional. A l'estar al nucli urbà l'edifici està connectat a la xarxa elèctrica. El que si que s'aconsegueix és fer poc consum elèctric ja que la calefacció està garantida amb el sistema solar passiu o la biomassa. La cuina si que es elèctrica. El consum en il·luminació és baix. Els grans finestrals permeten que en dies núvols no calgui encendre els llums a dins ja que la llum natural és suficient.

Tot hi així, la besant de la coberta a sud te una pendent ideal per instal·lar directament sobre el pla de la coberta us sistema de captació solar actiu amb molt poc impacte visual i bon rendiment.

Aquesta obra s'ha construït en només 3 mesos. Un mes de preparació del terreny i el mur de pedra de la base, una setmana per tota l'estructura de fusta i un mes i mig per instal·lacions, revestiments i acabats interiors. L'obra s'ha desenvolupat des de mig juliol del 2012 fins al principi d'octubre del mateix any.



F.495 gràfica del balanç energètic del habitatge de Lleret en un dia tipus d'hivern assolat. Necessita un mínim aport suplementari de 8kWh que es compensen amb una hora de funcionament de la estufa.

Els càlculs donen aquets resultats d'un lleuger balanç negatiu amb un ΔT de 16°C suposant a l'exterior uns 4°C de mitjana i 20°C a l'interior.

Els 8kWh diaris necessaris segons el càlcul es dona la estufa de llenya que utilitza llenya local provinent de la gestió forestal dels propis usuaris. La energia utilitzada es renovable cada any i produïda localment. A mes per la poca demanda el volum de llenya a consumir es molt baix i fàcil de manipular.

La estufa de llenya instal·lada de 7kW de potencia representa que un dia fred d'hivern amb sol si funciona poc mes de una hora ja aporta la temperatura necessària per mantenir el confort tèrmic interior.

Un dia sense sol, segons el càlcul efectuat de demanda energètica serien necessaris 8kWh mes els 16 kWh dels aport solars tapats per la nuvolositat. Amb la qual cosa si s'aporta 24 kWh amb un dia compensa la demanda energètica. Amb la estufa de llenya existent, amb menys de 4 hores de funcionament de la estufa es suficient per mantenir la casa amb un ambient confortable a 20°C durant tot el dia. Si no es disposes de la estufa de llenya un radiador elèctric de 1000W seria suficient per mantenir la casa a 20°C un dia sense sol si funciona amb permanència.

El consum de llenya necessari per estar tot el dia a 20°C un dia sense sol es de uns 6kg de llenya de roure seca i per un dia amb sol amb 1.5kg es suficient o sigui dos tronquets petits. Suposant al exterior una temperatura mitjana durant tot el dia de 4°C .



F.496 Imatge interior del espai de dia sota coberta amb sala cuina menjador. al principi d'octubre el sol ja entra generosament dins del espai principal que també gaudeix de les vistes cap al exterior.



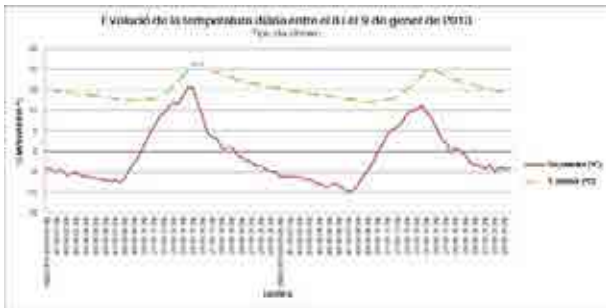
F.497 Imatge exterior de la façana lleugera de fusta i vidre ja completament acabada a principis del mes d'octubre del 2012. A les 16h el sol entra abundant cap a dins del habitatge sense que el ràfec de la coberta obstrueixi gaire el sol que va cap a dins del espai de dia del sotacoberta. El mur de pedra present als laterals indica la closca pesada que protegeix l'edifici del vent de nord i li dona solidesa visual i arrelament amb el passat històric.



F.498 Imatge interior del espai estar menjador.



F.499 Imatge interior de la escala que baixa a les habitacions i del pas entre les habitacions oberta al pati que rep el sol de tarda.



F.500 Gràfica de l'evolució de la temperatura diària entre el 8 i 9 de gener de 2013, un dia normal d'hivern sense ocupació, sense aport interns i amb evolució lliure.

La temperatura oscil·la entre 14 i 22°C passivament. Amb una temperatura exterior mitja de uns 4°C. Justifica i corrobora que els càlculs que cal un petit aport energètic per mantenir els 20°C interiors. Però un aport molt controlat, equivalent a una hora de foc a la estufa de biomassa.



F.501 Imatge exterior de la façana sud al gener del 2013 amb un entorn ben nevad. Tot hi el fred la neu augmenta l'albedo i per tant els aports solars al interior.



F.502 Imatge interior de la vidriera captadora del sol i obertura a les vistes.



F.503 Imatge interior de la vista cap al exterior per la gran superfície vidriada que permet contemplar l'hivern des de un espai calent passivament.

Les façanes ja porten col·locades des del taller les finestres de fusta i els vidres. A xepció d'un vidre gran que es col·loca durant la tarda. Després d'un dia de muntatge l'obra queda tancada a falta de col·locar els revestiments d'acabat exterior de fusta de la façana i de llosa de pissarra a la coberta.



F.506 Muntatge des de l'helicòpter d'un panell de façana amb les fusteries i vidres col·locats.



F.507 Muntatge d'un panell del forjat del altell interior

La composició dels panells de façana es el següent:

De dins a fora, un panell OSB de 15mm, una barrera de vapor, l'entramat o estructura de fusta de 6x16 als murs i 10x24 a la coberta amb l'aïllament de llana d'ovella, un entaulat de fusta basta una tela

transpirable, per la façana un doble llistó i la fusta de làrix i per la coberta, un llistó creant una cambra ventilada amb una segona capa de taula basta i com acabat a la coberta, pissarra com demana la normativa local.



F.508 Muntatge d'un panell de façana est.



F.509 Muntatge d'una peça de coberta amb l'helicòpter. La coberta està prefabricada amb les dos besants i un tirant que rigiditza el conjunt i cal montar-ho tot a l'hora ja que no hi ha comunera. La estructura de la coberta son portics individuals triangulats auto arriostrats pels tirants.

Els tancaments exteriors per protegir les superfícies vidriades son uns porticons correders de la mateixa fusta de làrix que es quedaran integrats amb la façana de fusta, corrent per l'espai de la cambra de ventilació de la façana. D'aquesta manera quan estan oberts sembla que no n'hi ha i al estar

tancats, protegeixen els vidres del sol durant l'estiu i del fred durant les nits d'hivern. Quan es tanca tota la façana es veu del mateix material i com si fos un sòlid monolític uniforme sense obertures.



F.510 Imatge de la façana est de l'ampliació acabada.

Davant de l'ampliació del menjador es prolonga cap al exterior una terrassa de fusta que permet adaptar un espai exterior que durant una bona part del any permet disfrutar de les vistes de la maladeta del lloc i es crea un nou menjador al aire lliure.

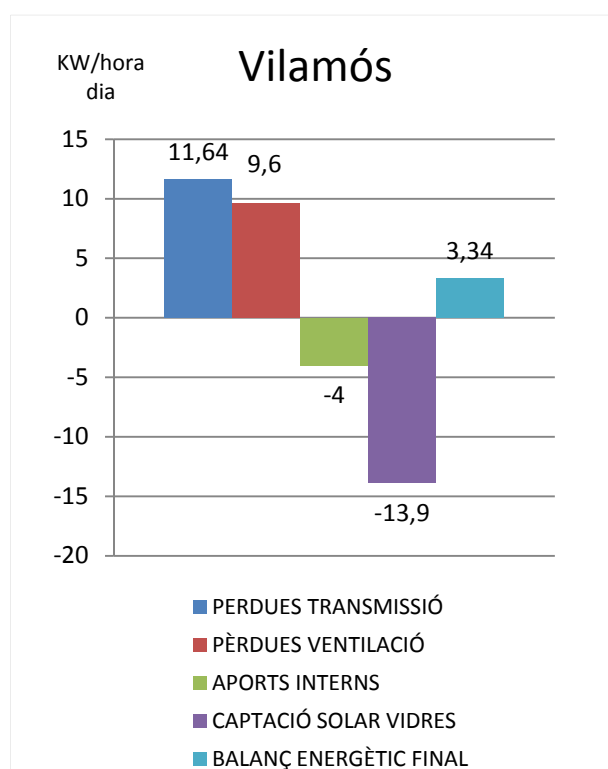
Instal·lacions

Al tractar-se d'una ampliació d'un edifici existent, ja disposa de llum, aigua i calefacció.

Tot i ampliar una superfície d'uns 50 m², com que la paret que es cobreix no tenia aïllament, tot i ser un mur de pedra de 60cm de gruix, el gruix d'aïllament entre 18 i 26cm que conté l'estructura de fusta i les grans superfícies vidriades, permetrà que la demanda de calefacció de l'habitatge un cop realitzada l'ampliació no hagi augmentat, i en dies de sol disminuirà.



F.511 Imatge de l'espai interior.



F.512 Gràfica del balanç energètic un dia d'hivern relativament assolellat.

Segons el càlcul del balanç energètic, en un dia tipus d'hivern relativament assolellat, els aportes solars superen les pèrdues per transmissió de tota l'ampliació durant 24h. Les pèrdues per la ventilació faran lleugerament negatiu el balanç.

Els dies sense sol el balanç s'ra negatiu i caldrà un petit aport tèrmic.

Durant l'estiu ja que Vilamos es troba a gairebé 1400 metres, la temperatura de l'aire es fresca totes les nits de manera que amb una ventilació creuada durant la nit, que es pot fer fàcilment amb les obertures practicalbes a la oberta i el porticó vertical i estret a la façana sud, es garanteix un confort tèrmic estival, encara que la coberta negra i

les finestres a la coberta puguin aportar certa energia durant el dia d'estiu.



F.513 Imatge de la relació amb l'entorn de la part ampliada.

La fusta de làrix ara de color taronjos aviat s'anirà enfosquir i engrisint per l'efecte del sol i de l'aigua de la pluja. Sense tractament, aquesta fusta acabarà d'un color grisos i en aquell moment encara passarà mes desapersebuda en la visió de conjunt del poble, i quedarà mes ben integrada amb les tonalitats grisoses dels murs de pedra pissarrenca o granítica del conjunt del poble.



F.514 Imatge de la coberta vista des del carrer superior.

La poca alçada de la coberta permet a mes de que el sol toqui al carrer i fongui la neu, deixa gaudir de les magnifiques vistes als vianants. Si la façana nord hagues tingut l'alçada que permeteia la normativa aquesta vista hauria quedat tancada i a l'ombra.

4.1.11 Projecte de rehabilitació d'una borda a Olp, Pallars Sobirà.

Estratègia arquitectònica. Ubicació i Forma de l'edifici.

Es planteja construir una caixa aïllada de fusta dins d'una antiga borda ben conservada de murs de pedra i petites obertures situada als voltants del poble d'Olp.



F.515 Entorn de la borda situada a 2 km d'Olp.

Aquesta intervenció a l'interior, on s'insereix un abric ben gruixut, permet posar al dia una tipologia d'edificis rurals destinats a guardar bestiar i herba dels prats del voltant que, actualment, tendeixen a quedar-se en desús perquè no s'adapten a les condicions de vida que demana la societat actual. D'aquesta forma es pot viure en aquests edificis sense que comporti una renúncia al confort i el benestar del que hem de gaudir sense dificultats avui en dia. Així, la gent que viu al camp pot estar en el seu medi, estalviar-se desplaçaments i recuperar un patrimoni construït parcialment en desús.



F.516 Vista general.

Aquesta caixa no altera l'edifici existent i manté el seu aspecte original exterior, a més de donar-li un nivell d'aïllament a l'espai interior que permet que els seus habitants puguin passar l'hivern confortablement amb una demanda d'energia molt baixa, aprofitant el sistema de cuina amb llenya del lloc i obrint un buit més gran a sud per a millorar la captació solar passiva.



F.517 Croquis de l'aspecte interior amb la caixa de fusta dins la borda de pedra.

Aquesta caixa no altera l'edifici existent. Deixa uns espais entre el mur de pedra i la caixa a la zona d'entrada que permet crear un espai tampó o semiobert de qualitat microclimàtica per a protegir l'edifici i a la vegada observar intacte el seu estat actual des de l'interior, tant dels murs de pedra com de la coberta de lloses de pissarra y fusta del lloc en el seu estat original, com a testimoni viu de la tradició cultural local.



F.518 Vista de la façana sud amb la porta que dona accés a la planta baixa.



F.519 Planta baixa amb accés des de la façana sud.

Davant de la façana oest hi ha una era a un nivell superior que servia per a que els carros poguessin portar l'herba al paller. Ara, aquesta porta dóna accés directe a la primera planta mentre que l'accés situat a la façana sud també es conserva podent accedir a la planta baixa.



F.520 Aspecte exterior de la façana oest amb l'accés a la primera planta.



F.521 Planta primera amb accés des de la façana oest.

- Sistema constructiu

La caixa, de panells de fusta muntats in situ farcits amb un aïllament de llana d'ovella de 16cm de gruix i de 20cm a la coberta, s'insereix dins de l'edifici sense afectar el seu estat original.



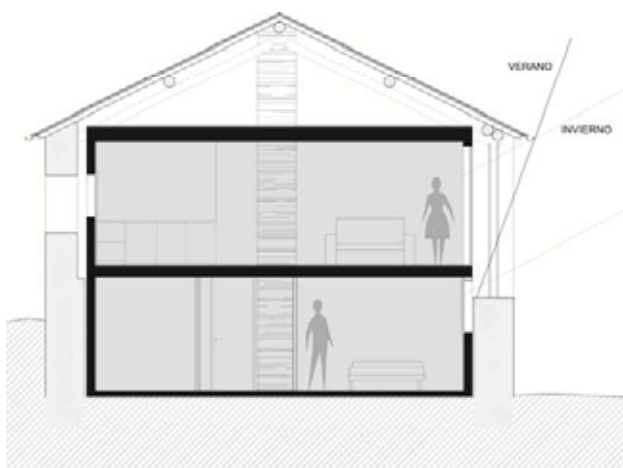
F.522 Vista de la coberta des de l'interior amb l'estructura de fusta.

Aquest sistema constructiu permet conservar i aprofitar-se del mur de pedra i del pilar central per a recolzar la caixa de fusta. A diferència d'altres projectes on els panells es porten prefabricats des del taller, aquí s'han de muntar in situ per no haver de desmuntar la coberta i així conservar-la en el seu bon estat original.

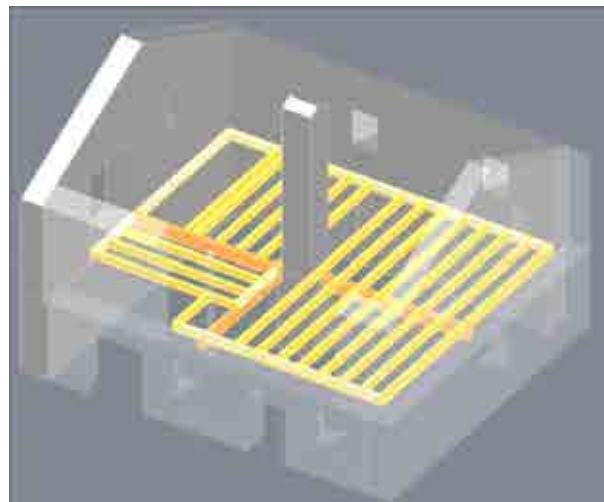


F.523 Esquema de la caixa independent de fusta dins de l'edifici.

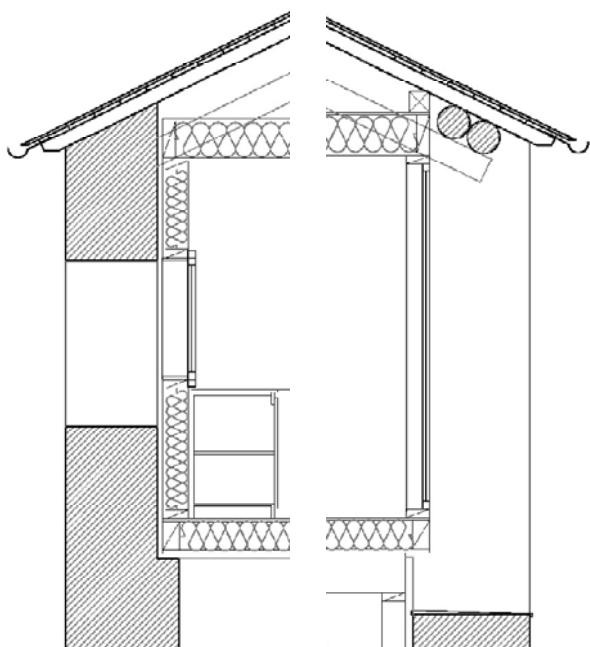
Aquest tipus d'actuació, a més, és reversible ja que al no modificar l'edifici existent, es podria desmuntar i deixar-ho tal com estava. L'impacte en el lloc és mínim.



F.524 Secció nord-sud on es veu que a l'estiu, pel voladís de la coberta, l'obertura a sud queda protegida del sol i que a l'hivern pràcticament no li fa ombra, per tant l'aport solar és màxim



F.526 Esquema estructural tridimensional del forjat interior amb bigues de fusta.



F.525 Detall constructiu dels panells recolzats a la paret de pedra a nord i del gran buit a sud per captar el sol.



F.527 Vista de la façana nord a l'ombra.

- Instal·lacions

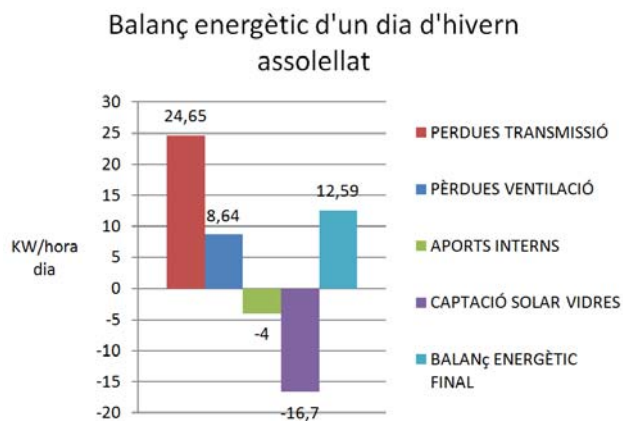
Es tracta d'un edifici totalment autònom pel que fa a subministres d'energia.

Electricitat:

El sistema elèctric està format per 10m2 de plaques solars fotovoltaïques i bateries. Com a recolzament puntual disposaran d'un generador. Les plaques es col·loquen a una petita construcció de pedra a pocs metres de l'edifici principal.

Calefacció:

El sistema de calefacció està format per una cuina de llenya, que poden aconseguir fàcilment aprofitant els recursos que tenen al voltant. La calor es dissipa per la casa alhora que serveix per cuinar.



F.528 Gràfica del balanç energètic

En la gràfica del balanç energètic a l'hivern, es pot observar que entre els guanys solars i els aportes interns compensen bona part de les pèrdues quedant una demanda de 12,59KW/hora dia que equivaldrien al funcionament de la cuina de llenya 3 hores al dia per escalfar la casa.

Aigua:

S'instal·la un panell solar tèrmic amb un acumulador per a l'aigua calenta sanitària.

A més, es disposa d'una recollida d'aigües pluvials amb un dipòsit enterrat i d'una font pròxima.

L'aigua utilitzada estarà filtrada i depurada naturalment amb un sistema de llacunatge i plantes que fixen el nitrogen.



F.529 Fotomuntatge de l'aspecte final de la borda amb una gran obertura a sud al mur de pedra i la caixa de fusta a l'interior.



F.530 Secció nord-sud pel doble espai de l'accés on es pot apreciar la imatge interior de la borda amb la coberta original i la caixa de fusta al seu interior, a més de crear un microclima que protegeix l'edifici.

4.2 Obra nova i eficiència energètica

4.2.1 Habitatge minergie a St Sulpice

Habitatge i despatx vora el llac Lemán, Minergie (2001). Arquitecte: Maria Cristina Munari Probst.

Estratègies per reduir el consum de recursos

Aquest edifici format per un habitatge unifamiliar i un despatx utilitza compactat del volum per reduir les pèrdues de l'envolupant, una façana sud molt vidriada amb les proteccions solars adients (imatge1), tot l'envolupant ben aïllat amb certa inèrcia tèrmica un sistema de renovació d'aire amb recuperador de calor i captadors solars tèrmics i fotovoltaics com a elements tecnològics per aprofitar els recursos energètics locals.



F.531 Vista general des de la façana sud

- Estratègia arquitectònica.

Implantació i Forma del edifici.

Situat a St Sulpice, a la vora del llac Lemán a la perifèria de Lausanne, la família Probst decideix construir una habitatge de molt baix consum energètic dins l'estàndard Minergie, una de les pioneres a la regió de Lausanne amb l'estàndard energètic de Minergie (imatge 2). Construïda l'any 2001 l'habitatge unifamiliar i despatx presenta un disseny bioclimàtic estricte i ben enfocat per a la reducció del consum d'energia.

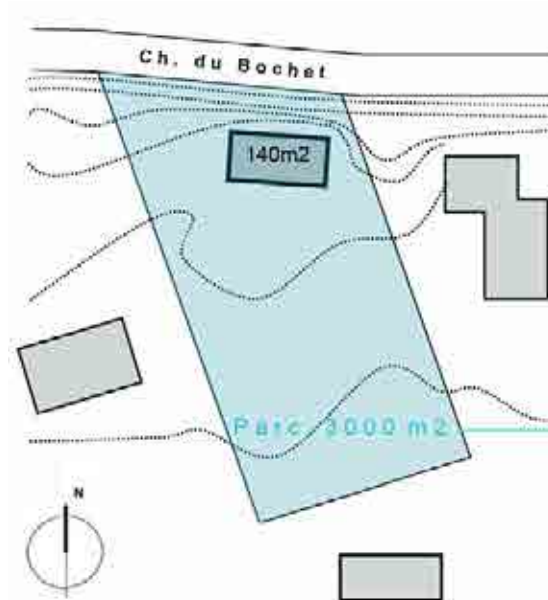
Un edifici molt compacte rectangular i amb la façana principal llarga encarada a sud i completament vidriada amb vidres ultra aïllants per l'època amb una $U=0.8\text{Wm}^2\text{K}$ (imatge 3).

Les altres façanes més opaques amb doble mur de formigó als testers i revestiment de fusta a la cara

nord (imatge 4). Situat en un entorn poc dens i lliure d'obstruccions solars amb una lleugera pendent cap a sud i al llac, l'edifici té les característiques òptimes per tal de reduir el consum de recursos.

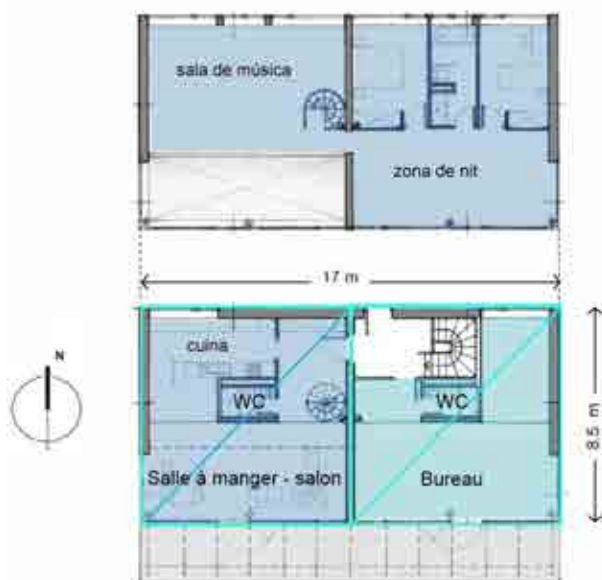


F.532 Situació de St Sulpice al marge superior del llac Lemán, al costat de Lausanne.



F.533 Situació del terreny.

Aquests condicionants del lloc determinen la forma principal de l'edifici.

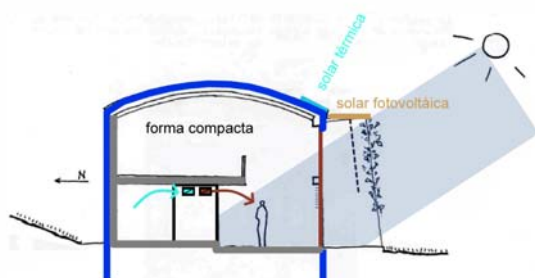


F.534

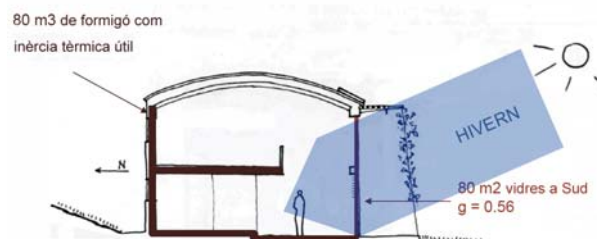
Planta baixa i planta primera. La planta baixa la meitat oest es habitatge i la est es despatx. La planta primera tota l'ocupa l'habitatge amb les habitacions i una sala oberta.



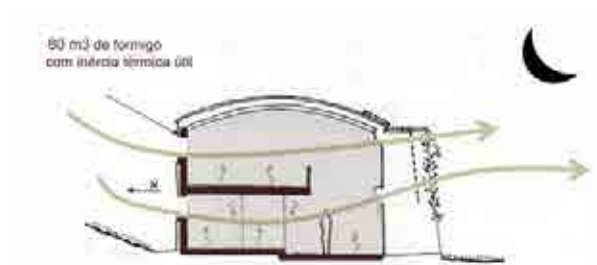
F.535 Esquema on es veu la protecció amb aïllament exterior continu de 16cm als murs i 20cm a coberta, l'aïllament amb el terreny i els vidres selectius aïllants d' $U=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.



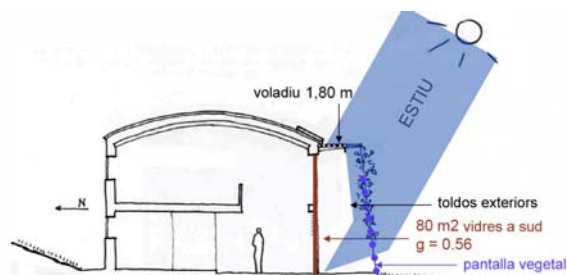
F.536 Esquema d'hivern amb recuperador de calor i captació solar amb 80m2 de vidre. Situació de les plaques solars tèrmiques i fotovoltaïques.



F.537 Captació solar a l'hivern a través de la superfície vidrada a sud, on el voladís no obstrueix l'entrada del sol. 80m3 de formigó a la façana nord com a inèrcia tèrmica útil i 80m2 de vidres a sud amb una $g=0.56$



F.538 Esquema de la ventilació creuada durant les nits d'estiu amb la inèrcia tèrmica dels materials.

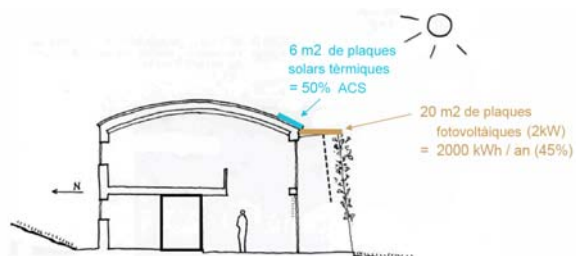


F.539 Esquema d'estiu amb la protecció solar del voladís, els tendals exteriors de façana i la pantalla vegetal.

Tots els gràfics han estat cedits per Maria Cristina Munari Probst, arquitecta.



F.540 Protecció solar de la façana sud. Tendals enrotllables amb guia sobre unes sirgues.



F.541 Situació de les plaques solars tèrmiques i les plaques fotovoltaïques a la coberta i voladís a sud.



F.542 Vista nord-oest de l'accés a la casa, amb els testers relativament tancats i de formigó armat vist.



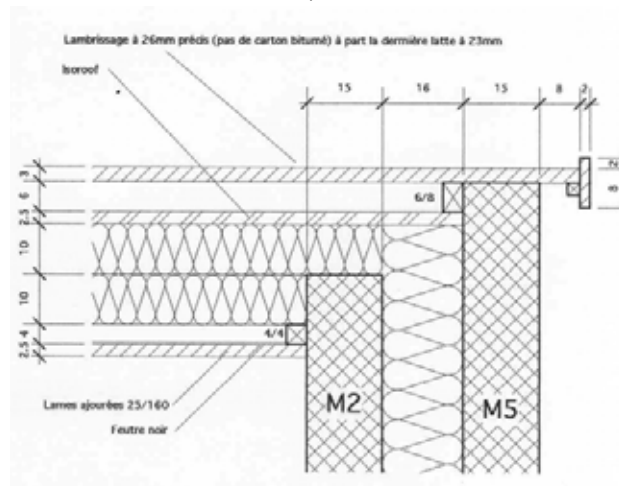
F.543 Vista de la terrassa exterior sud. Tendals i voladís com aleró de protecció amb plaques fotovoltaïques.

- Sistema constructiu.

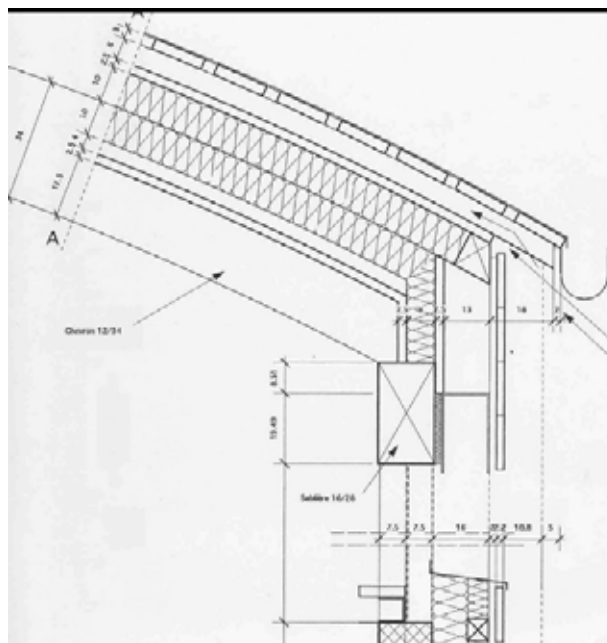
L'edifici està construït amb un sistema de 3 murs portants de formigó armat direcció nord sud, amb aïllament entre les dues fulles del mur.

La façana nord té un tancament més lleuger acabat amb fusta per l'exterior i la sud és pràcticament tota vidriada.

El forjat és de obra i la coberta lleugera amb forma circular i acabada amb xapa.



F.544 Detall de l'entrega de la coberta amb la façana del tester on es veu la xapa de coberta amb doble capa d'aïllament de 10cm i doble mur de formigó a la façana amb 14cm d'aïllament entre els dos. El exterior M5 de molt bon acabat i el M2 d'un acabat menys perfecte pel que fa a l'encofrat.



F.545 Detall secció coberta-façana nord.



F.546 Imatge de l'entrevista feta al propietari per Construmat 2009. Amb la col·laboració del autor de la tesi.

La casa està servida per una línia de bus cada 20 min. O un metro a 10 min. Normalment es mouen amb bicicleta per vora el llac.

La casa fa 140m² d'ocupació. La idea era fer una casa bàsicament solar passiva amb grans vidrieres a sud i a l'interior els murs de formigó aparent a dins de l'envolupant tèrmica de l'aïllament li dóna una inèrcia tèrmica notable. Aquesta casa, segons l'experiència dels seus usuaris, no necessita calefacció durant l'hivern, els dies que fa sol. Només necessiten calefactar amb un sistema de suport els dies de boira o núvol o no tenen cap aportació solar.

Si comptem tot el consum és al voltant de 33kwh/m² any. Minergie demana estar per sota dels 45kwh/m² any. Durant tota la nit si la casa estava a la tarda a 20°C al matí només ha baixat 1°C estant a fora tota la nit a 0°C, això gràcies al bon aïllament de l'envolupant tèrmica i a la inèrcia interior.

Aquesta casa construïda la 2001 millorant l'estàndard *Minergie* que feia poc temps que s'havia creat, ara al acabar la tesi al 2012, els mínims *Minergie* ja són normatius a Suïssa, o sigui que ja no es permet construir amb menys eficiència que aquest estàndard ja que s'han adonat que és interessant per totes les parts construir d'aquesta manera i amb alta eficiència energètica.

- Instal·lacions

El sistema de suport de calefacció és amb gas i escalfa el terra radiant a la planta baixa i radiadors a la planta pis.

Un sistema de captadors solars tèrmics de 6m² generen quasi la totalitat de la demanda de aigua calenta sanitària de març a novembre. Durant l'hivern preescalfen l'aigua que arriba de la xarxa a

uns 6°C fins a uns 25°C i es complementa amb el gas.

Una instal·lació de panells fotovoltaics està col·locada a la visera de protecció solar amb una superfície de 15m² de cèl·lules amb una producció anual de uns 1900Kwh i es aproximadament el 45% del consum anual. I puntual 1900W instantani. També compten amb un sistema de recollida d'aigua de pluja.

Consumeix uns 4000kwh elèctrics i en auto genera la meitat amb un cost de uns 600FCH anuals.

Paguen tant d'aigua com de electricitat.

Suïssa estima que el consum per persona hauria de estar en 2kw. Actualment està a 6kw.

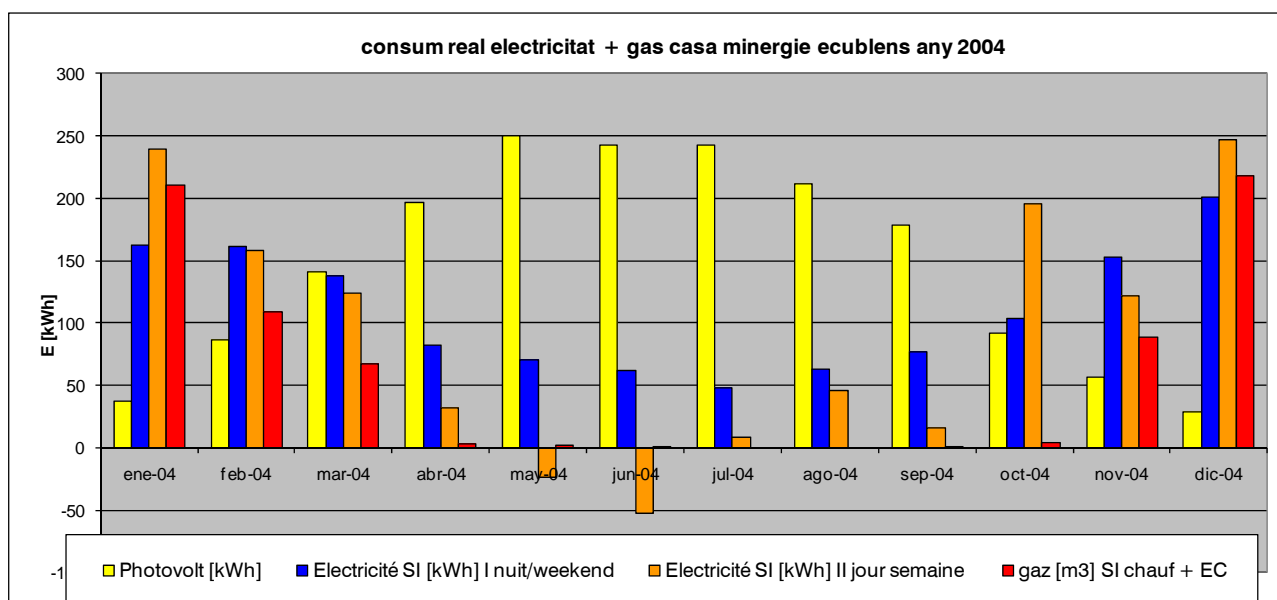
La manera de viure dels seus ocupants amb aquesta casa arriben a estar per sota dels 2kw de consum.



F.547 Recuperador de calor de la ventilació mecànica controlada i sala d'instal·lacions amb els conductes d'aire metàl·lics i els d'aigua del sistema solar ben aïllats per evitar pèrdues.



F.548 Tubs exteriors de presa d'aire i expulsió de la ventilació mecànica amb recuperador de calor.



F.549 Gràfica comparativa del consum real d'electricitat i el consum de la casa Minergie St Sulpice l'any 2004

Per AT 14°C mitja dia hivernal. Temp. Ext. 5°C Temp. Int. 19°C
 Contribució solar mitja període hivern segons càlculs acumulatius radiants.

53 kWh dia TRANSMISSIÓ

11 kWh dia VENTILACIÓ (recuperador de calor eficient 69%)

6 kWh dia APORTACIÓ INTERNA

96 kWh dia RADIACIÓ SOLAR VIDRES

-38 kWh dia CONTRIBUCIÓ EXTERNA



F.550 Taula del resum de pèrdues i guanys energètics per un dia tipus d'hivern amb una diferència de temperatura entre l'interior i l'exterior de 14°C amb sol. En aquesta situació hi ha un excedent de 38kWh per dia.

Si estigues situada a Lleida aquesta casa els dies de sol, per fred que faci no necessita aport de energia no renovable.

La radiació solar que capta es molt superior, de gairebé el doble de les pèrdues. Necessitaria unes proteccions solars. O sigui que en un clima mes temperat no caldria que tingués tanta superfície vidriada de captació solar directa.

Per AT 24°C mitja dia hivernal fred. Temp. Ext. -5°C Temp. Int. 19°C
 Contribució solar mitja període hivern segons càlculs acumulatius radiants.

85 kWh dia TRANSMISSIÓ

19 kWh dia VENTILACIÓ (recuperador de calor eficient 69%)

6 kWh dia APORTACIÓ INTERNA

96 kWh dia RADIACIÓ SOLAR VIDRES

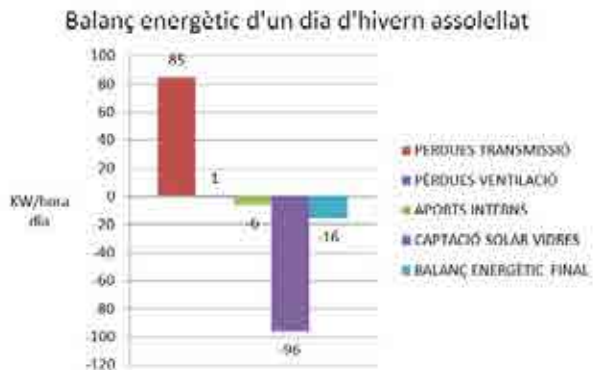
2 kWh dia CONTRIBUCIÓ EXTERNA



F.551 Balanç energètic amb ΔT 24°C amb sol.

En aquesta taula es representa un dia amb la temperatura mitja exterior es de -5°C, una situació que es pot produir a Lausanne, a Suïssa on es troba aquest edifici però es molt rar que passi per exemple a Lleida. Al territori català només passaria en zones de muntanya superiors als 1000 metres. En aquestes condicions de fred molt intens, si la radiació solar és bona, i coincideix que els dies molt freds són dies clars amb sol, doncs l'energia del sol que entra equival i pot compensar totes les pèrdues de l'envolupant al llarg de tot el dia, de manera que el balanç encara és positiu o gairebé zero.

Els dies que no hi hagi aportació solar directa, fet que passa en múltiples ocasions a la vora del Llac Lemán, en aquell cas el consum d'energia per calefacció seria d'uns 60 kWh dia per una temperatura exterior mitja de 5°C i una interior de 19°C.



F.552 Gràfica del balanç energètic d'un dia hivernal molt fred amb ΔT de 24°C de mitja de tot el dia entre l'interior i l'exterior ben assolellat, on s'observa que les pèrdues queden tan compensades per la captació solar i els guanys interns, que al balanç final, la temperatura interior és una mica superior al que s'havia estimat.

4.2.2 Monte Rosa Hütte

Refugi alpí que tendeix a l'autosuficiència a prop dels 3000 metres.

Estratègies per reduir el consum de recursos



F.553

El refugi del Monte Rosa, a la zona dels Glaciars vora Zermatt als Alps suïssos és un exemple d'obres construïdes recentment que demostren que és possible crear edificis molt eficients amb certa autonomia enmig d'un entorn natural amb condicions ambientals extremes. A 2.881metres d'alçada l'Escola Politècnica Federal de Zurich, amb l'arquitecte Andrea Deplazes al capdavant, projecta i construeix un edifici que vol ser exemplar i ensenyar les capacitats i qualitats de la tecnologia i el saber fer suís. Un refugi del Centre Alpí Suís (CAS) paradigma de l'essència del país dels Alps.



F.554 Fonamentació després de passar el primer hivern i preparada per a rebre la resta de l'estructura.



F.555 Vista general del refugi a l'hivern amb les plaques solars a sud.

Estratègia arquitectònica.

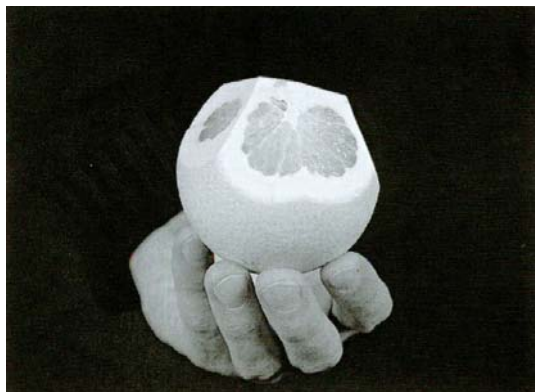
Implantació i Forma de l'edifici.

La compacitat i una forma que ofereixi poca resistència al vent són els punts de partida de la geometria de l'edifici. Una forma similar a un diamant tallat, tindrà un pla principal orientat a sud formant un angle de $66,2^\circ$ i de 85m^2 de superfície de captació com òptim per aprofitar al màxim l'energia solar amb panells fotovoltaics per generar l'electricitat necessària pel refugi. La coberta inclinada a nord també permet fer lliscar la neu per tal de reduir el pes de sobrecàrrega a la coberta.



F.556 La mateixa vista del refugi a l'estiu. Vista general del pla a sud com a generador d'energia de l'edifici aprofitant al màxim l'orientació òptima per maximitzar la captació solar. Aquest fet és el fonament del motiu que justifica la forma de l'edifici.

Aquests condicionants del lloc determinen la forma principal del edifici.

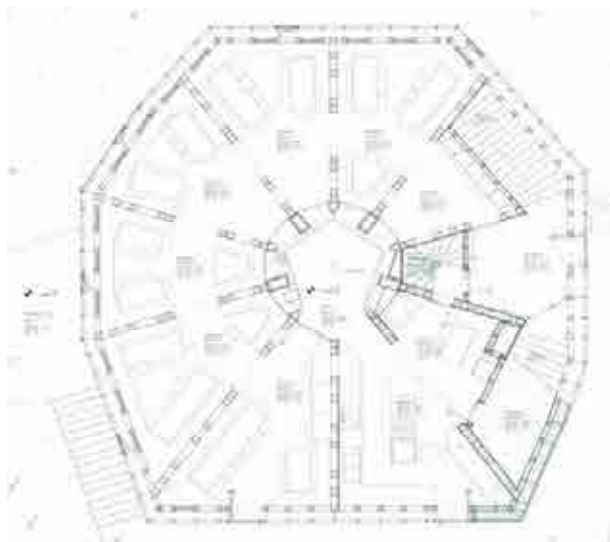


F.557



F.558 Esquema conceptual de la generació del volum.

La planta es un octògon irregular que es divideix en 10 sectors iguals formant una estructura de nucli central i 10 cèl·lules d'habitacions radials, per tal d'aprofitar al màxim la superfície, reduir les circulacions i minimitzar la superfície de façana en funció del volum interior per tal d'optimitzar el cost i reduir les pèrdues energètiques per l'envolupant.

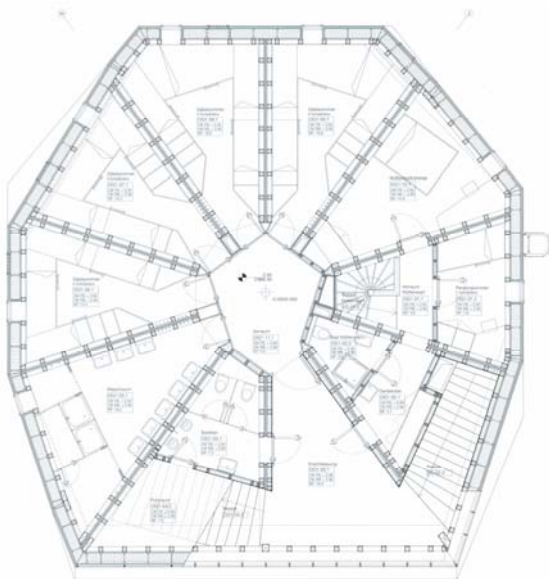


F.559

Planta baixa on es troba el menjador.



F.560 Vista interior del menjador.

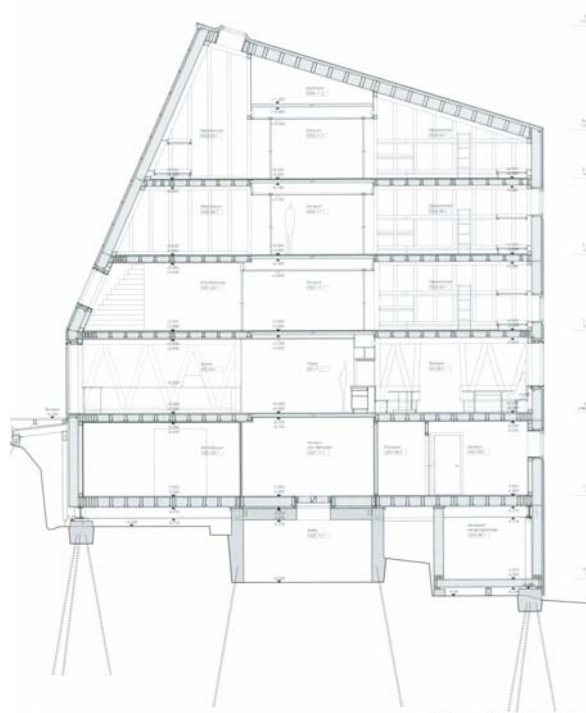


F.561 Planta primera amb les habitacions.

El lloc elegit per implantar l'edifici és una zona rocosa al lateral del glacià en una zona que estigui fora de risc d'allaus i una zona amb un horitzó relativament obert a sud per tal de poder aprofitar la radiació solar directa durant l'hivern.



F.562 Vistes de la fonamentació a l'esquerra i de l'edifici acabat a la dreta.



F.563 Secció constructiva de l'edifici.

Sistema constructiu

Elements prefabricats de fusta és el mètode més adequat per aquesta obra, per la possibilitat de prefabricar al taller i la lleugeresa per transportar-ho tot amb helicòpter fins a l'obra.

La base es munta un estiu i l'hivern següent, al taller, es preparen tots els panells per posar-los en obra al proper estiu.



F.564 Panells prefabricats preparats a taller per a ser transportats.



F.565 Muntatge del panell d'entramat lleuger buit amb muntants oblics per garantir l'arriostrament.



F.566 Muntatge a taller dels panells de fusta.



F.567 Imatge de dos panells de fusta farcits d'aïllament de fibra de vidre.

La fonamentació es fa a través d'uns ancoratges puntuals a la roca d'una trama de perfils

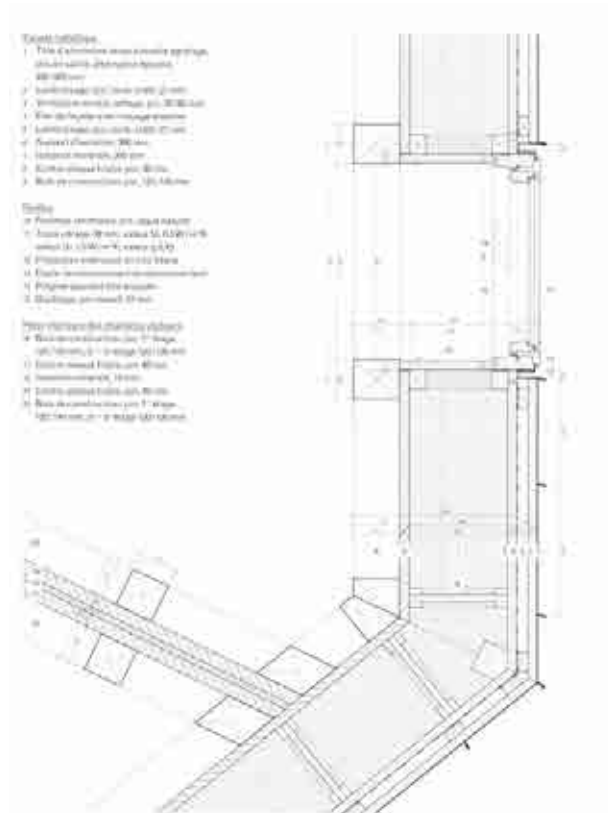
galvanitzats a sobre la qual reposaran i s'uniran els panells estructurals prefabricats de fusta. Aquesta fonamentació puntual també ha d'evitar transmetre la calor de l'edifici al terreny per reduir el risc de escalfament del permafrost que és el terreny congelat permanentment. Si s'escalfés i es descongela podria provocar alteracions del comportament mecànic del terreny i podria inestabilitzar l'edifici. A diferència de les altres construccions, on s'aïllen els fonaments per tal que el gel de l'hivern no arribi a gelar el terreny de la fonamentació, en aquest cas es vol evitar que s'arribi a descongelar. Son algunes de les conseqüències i reflexions que cal fer al construir un edifici pròxim als 3.000 metres.



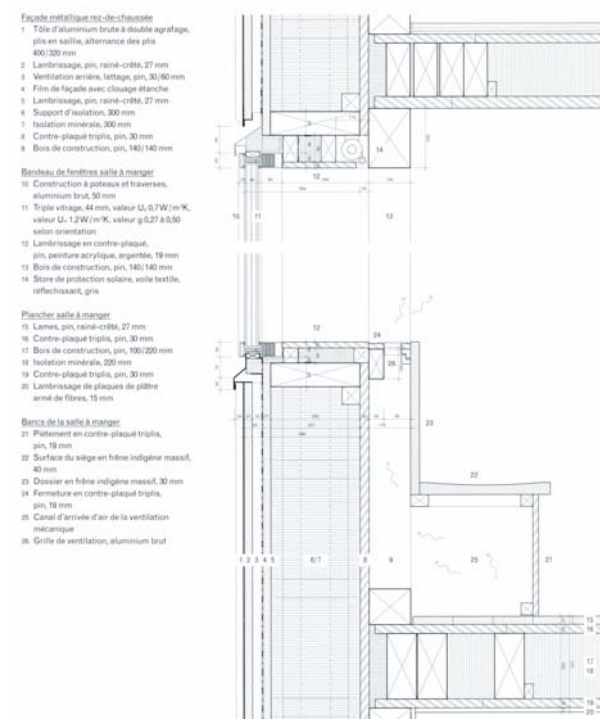
F.568 Fonamentació.

L'Estructura interior és de fusta amb elements prefabricats d'abet de 14x14cm o 20x20cm segons la ubicació, de secció vista al interior. El tancament són panells amb un panell tricapa de 30mm també d'abet, una barrera de vapor, subestructura de 30cm amb entramat que alberga, a l'interior, 3 capes de 10cm d'aïllament de fibra de vidre. L'aïllament es tanca per l'exterior amb una capa de taulons de fusta matxihembrada de 27mm amb una membrana transpirable paravent al exterior creant una càmera d'aire on s'evitarà que la neu hi entri empesa pel vent i no la obstrueixi. Després una altra capa de fusta matxihembrada com a suport de les plaques engatillades d'alumini formaran el revestiment exterior. La coberta segueix el mateix esquema constructiu. Les obertures de les habitacions es tracten com obertures de coberta.

Més aviat, tota la façana és com una coberta inclinada o vertical ja que amb fort vent l'aigua o la neu incideixen a les façanes com a les cobertes. Per aquest motiu, les finestres de façana són fusteries de tecnologia de lluernaris de coberta per assegurar l'estanqueïtat a l'aigua i poder ventilar.



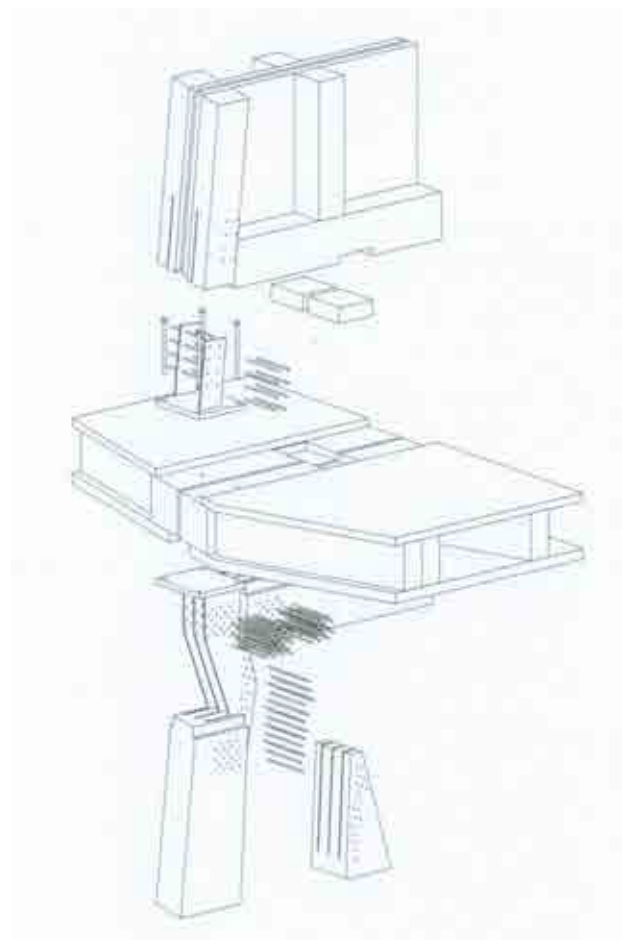
F.569



F.570 Detalls constructius en planta i secció de l'envolupant de l'edifici.

Aquesta composició està concebuda per resistir les fortes inclemències meteorològiques del lloc, amb vents forts superiors als 200km/h neu i gel i una alta radiació ultraviolada degut a l'alçada i la reduïda capa d'atmosfera a diferència del pla. Aquesta elevada radiació deteriora ràpidament elements de goma o materials elàstics.

Els forjats interiors estan formats també per un sandvitx de panell tricapa i bigues 22x18 amb aïllament interior per garantir l'aïllament acústic.



F.571 Esquema axonòmic de les unions entre mur i forjat estructural de fusta amb platines metàl·liques inserides dins de la part superior del mur de fusta i unit amb passadors.

Instal·lacions

Per dimensionar les instal·lacions es van fer una sèrie de simulacions per tal d'optimitzar i dimensionar garantint una elevada autosuficiència de l'edifici, i reduir al màxim la dependència d'energia exterior ja que la seva localització lluny de la civilització i de difícil accés dificulta l'abastiment i en fa necessària la màxima autosuficiència natural així com reduir la generació de residus que també

son difícils d'evacuar. En aquest cas, a més de consumir pocs recursos, l'objectiu és donar a l'excursionista un elevat nivell de confort que no tenen altres refugis que segurament tampoc consumeixen gaires recursos però són hostils i poc confortables.



F.572 Façana sud amb les plaques solars.

L'aigua:

Es fa una captació uns metres per sobre de l'edifici per tenir pressió per gravetat. Fora de l'edifici es disposen 56m² de panells solars tèrmics. Una caldera d'oli de colza i els panells fotovoltaics completen les fonts d'energia de l'edifici. Un sistema de depuració microbiològica permet reduir l'impacte dels abocaments d'aigua al medi fràgil de l'entorn.

Les aigües grises de les dutxes i piques es filtren i es recuperen per les cisternes dels wc. Que es tornen a filtrar i els residus sòlids es compacten i es baixen a la plana on es tracten.

Després d'una visita in situ a la zona coneixem un dels principals problemes durant l'ús del edifici amb el tractament de l'aigua que per millorar-ho necessita un sistema mecànic que necessita energia per funcionar.

Veient altres exemples de refugis als Alps, a nivell tècnic i constructiu estan molt ben resolts excepte el tema del aigua residual es un dels talons de Aquil·les d'aquets refugis.

Ventilació:

El refugi disposa d'una ventilació mecànica amb un recuperador de calor i una bateria que preescalfa l'aire ja que es calcula que pot arribar a entrar a menys -28°C i s'impulsa a la zona central de les escales que es mou per plènum i entra a les habitacions per sota les portes i s'extreu per un retorn a cada habitació, per minimitzar els conductes i evitar els ponts fònics entre les habitacions.

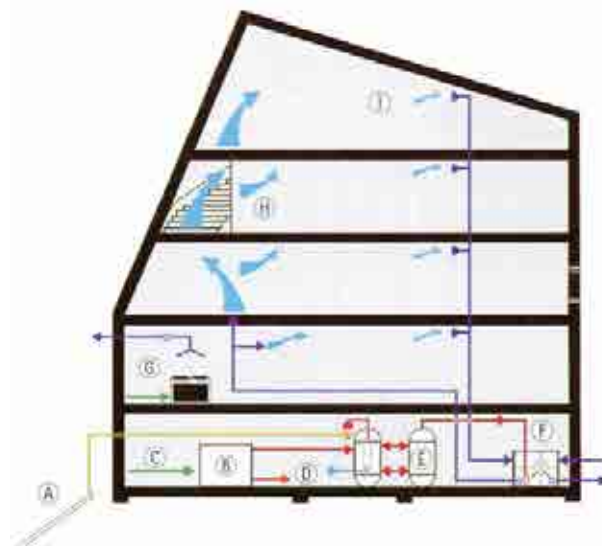
Electricitat.

Els 85m² de panells fotovoltaics fixes al pla de la façana-coberta sud integrats són la font d'energia elèctrica que en casos excepcionals d'esgotament de bateries, un generador garantiria el subministrament. Un generador eòlic es va desestimar per tal d'evitar sorolls i problemes amb la fauna local.

En casos d'excés d'energia elèctrica fotovoltaica un indicador avisa al guarda que utilitzin la cuina elèctrica per tal de economitzar gas i optimitzar al màxim els recursos naturals.

Aquest és un molt bon exemple real, construït, que funciona, que permet ser pràcticament autònom a un edifici en un entorn extrem. Si es possible fer aquests edificis en aquestes situacions, perquè gosem no fer-ho així en situacions més fàcils en llocs de més fàcil accés i més urbans amb condicions climàtiques i ambientals molt menys exigents?

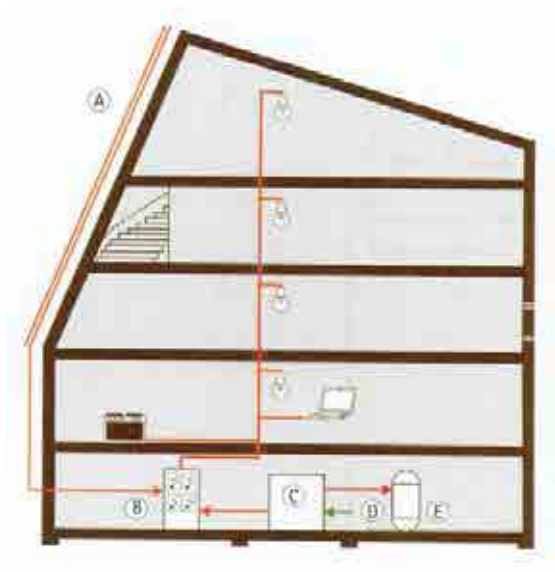
10/8/2011



F.573 Esquema de calefacció ventilació:

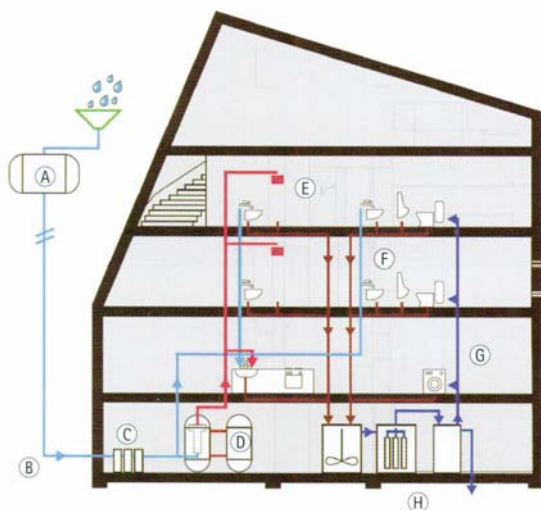
- Col·lectors solars de 56m²
- Cogenerador d'electricitat- temperatura
- Oli de colza com combustible
- Entrada d'aigua
- Acumulador d'aigua calenta
- Ventilació centralitzada controlada amb recuperador de calor

- g. Sistema de ventilació de la cuina que crema biogàs
- h. Impulsió per les escales de l'aire net temperat de la renovació d'aire



F.574 Esquema d'electricitat

- a. 84m2 de panells fotovoltaics
- b. Bateries
- c. Cogenerador d'electricitat i calor
- d. Combustible oli de colza
- e. Acumulador de calor



F.575 Esquema de l'aigua

- a. Captació de l'aigua del desgel i acumulació en dipòsit situat dins les roques de 120m3
- b. Sistema per gravetat. El dipòsit està 50m més alt que el refugi.
- c. Desinfecció
- d. Acumulador d'aigua calenta
- e. Dutxes
- f. Aigua pels sanitaris
- g. Aigües grises
- h. Estació de depuració micro biològica

- i. Retorn per
- j. les habitacions de la renovació d'aire.

Càlculs estàtics de la demanda d'energia del Refugi en situació hivernal d'una temperatura mitja exterior de -9°C i una temperatura mitja interior de $+19^{\circ}\text{C}$ durant el dia. Un dia amb sol.

Per AT 28°C mitja dia hivernal. Temp. Ext. -9°C Temp. Int. 19°C
Contribució solar mitja període hivern segons càlculs acumulatius radiants.

92 kWh dia TRANSMISSIÓ



44 kWh dia VENTILACIÓ (recuperador de calor eficient 90%)



27 kWh dia APORTACIÓ INTERNA



109 kWh dia RADIACIÓ SOLAR VIDRES



0 kWh dia CONTRIBUCIÓ EXTERNA



F.576 Càlculs estàtics de la demanda d'energia del Refugi en situació hivernal d'una temperatura mitja exterior de -9°C i una temperatura mitja interior de $+19^{\circ}\text{C}$ durant el dia. Un dia sense radiació solar directa i una ocupació de 30 excursionistes durant les 24 hores.

Per AT 28°C mitja dia hivernal. Temp. Ext. -9°C Temp. Int. 19°C
Dia sense contribució solar. Dia ennuvolat. Amb una ocupació de 30 persones.

92 kWh dia TRANSMISSIÓ



44 kWh dia VENTILACIÓ (recuperador de calor eficient 90%)



75 kWh dia APORTACIÓ INTERNA

nomes pel calor humà de 30 ocupants



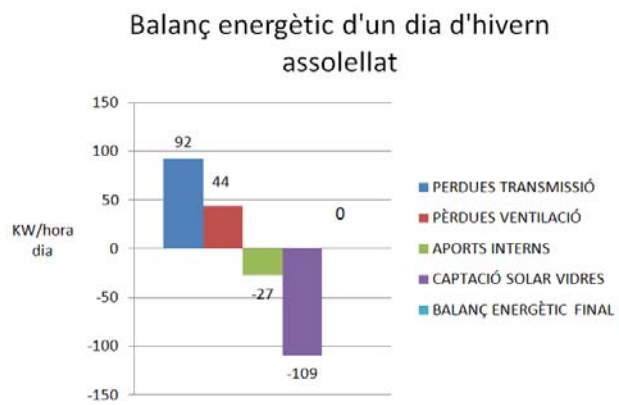
0 kWh dia RADIACIÓ SOLAR VIDRES



61 kWh dia CONTRIBUCIÓ EXTERNA



F.577



F.578 Gràfica del balanç energètic on els guanys i les pèrdues queden totalment compensats, el que vol dir que s'ha optimitzat al màxim l'edifici energèticament.

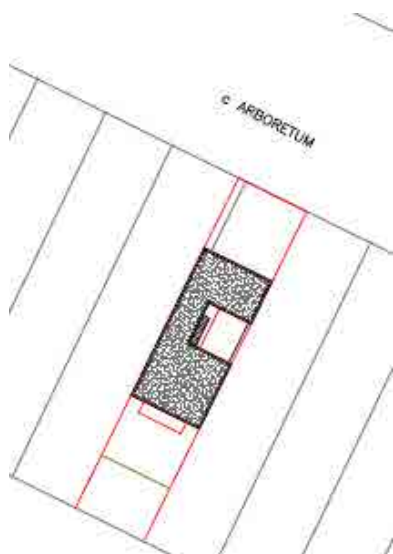
4.2.3 Casa passiva Arborètum

Lleida 2009

Criteris arquitectònics

Està demostrat que un sistema constructiu lleuger i molt aïllat funciona òptimament durant l'hivern per reduir la demanda d'energia per la calefacció als edificis.

Amb la construcció d'un habitatge aïllat a Lleida, seguint l'estàndard Passivhaus o Minergie plus i la seva monitorització, s'estudia com es comporta aquest sistema constructiu amb estructura de fusta d'entramat lleuger, amb poca inèrcia tèrmica i molt aïllat amb llana d'ovella local durant l'època càlida de l'estiu.



F.579 Planta coberta dins el parcel·lari entre mitgeres.

També en aquest exemple es comprova els efectes climàtics d'un pati interior semitancat tant durant l'hivern com durant l'estiu. Durant l'hivern la temperatura és entre 2 i 3°C superior l'exterior, i durant l'estiu, tot i estar obert, la part inferior està a una temperatura menys extrema que a l'exterior.

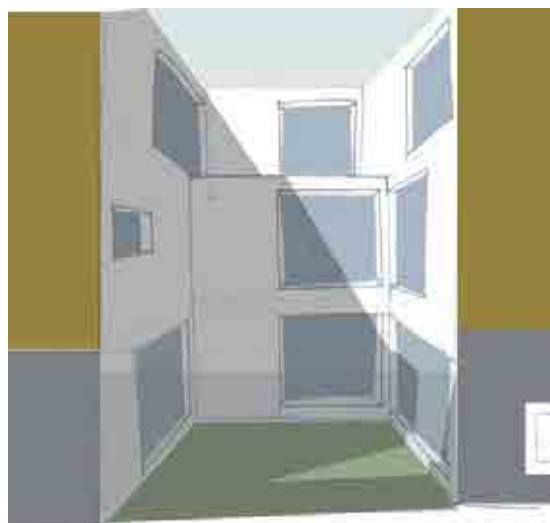
És una construcció de gran eficiència energètica, inferior a 10 kWh/m² any, segons resultats reals comprovats durant dos anys, tant per calefacció com per refrigeració, gràcies al nivell d'aïllament entre 18 i 28 cm, els vidres del tipus baix emissiu i una bona orientació. El consum en calefacció de l'habitatge i el despatx és d'uns 200€ anuals i encara no té els edificis veïns construïts a les mitgeres. És interessant comprovar el comportament a l'estiu, de la

construcció lleugera, amb baixa inèrcia tèrmica i un bon aïllament al clima Mediterrani.

Aquest sistema constructiu basat amb l'ús de la fusta i la llana d'ovella com aïllament, materials d'origen orgànic, renovables al 100%, permet que sigui una construcció molt sostenible, amb una energia gris, o energia per fabricar els materials molt baixa. El procés de preparació de la llana a nivell d'emissions de CO₂, per exemple, és 10 vegades inferior a un poliestirè. El balanç de CO₂ d'emissions de tot l'edifici és neutre, ja que la fusta emmagatzema proporcionalment la mateixa quantitat de CO₂ que s'ha generat per obtenir els altres materials constructius i la seva posta en obra.



F.580 Vista interior del pati



F.581 Imatge estudi solar del pati

Aquesta construcció s'adapta i contribueix a fer realitat les ambiciosos directrius i previsions europees a mig termini de reducció dràstica d'emissions dels edificis i d'estalvi d'energia. Aquí presentem una opció fàcil i assequible per tal de fer realitat aquests objectius d'eficiència energètica i estalvi de recursos a nivell global.

Sistema constructiu

El sistema constructiu utilitzat és innovador i consta d'uns panells de fusta autoportants que contenen l'aïllament al seu interior de llana d'ovella amb gruixos entre 18 cm pels murs, amb una $U=0.2\text{Wm}^2\text{K}$, i 28cm per la coberta, amb una $U=0.16\text{Wm}^2\text{K}$, però amb poca inèrcia tèrmica. Un OSB interior d'acabat i un taulell transpirable exterior per evitar condensacions i eliminar ponts tèrmics.



F.582 Imatge del muntatge a obra dels panells d'entramat de fusta de la planta baixa



F.583 Imatge del muntatge a obra dels panells de forjat amb les bigues i taulell de OSB superior.

Aquets panells fabricats al taller amb precisió, prèvia estricta planificació, es munten a l'obra amb molta facilitat i rapidesa, de la qual cosa en deriva un sistema constructiu competitiu i una durada de l'obra total inferior a 5 mesos.



F.584 Panell de fusta amb el farcit de llana d'ovella

Les finestres combinen fusteries de fusta i doble vidre baix emissiu, amb una $U=1,5\text{Wm}^2\text{K}$.

El segon objectiu és avaluar el comportament d'un pati interior semi obert i com afecta a l'interior.

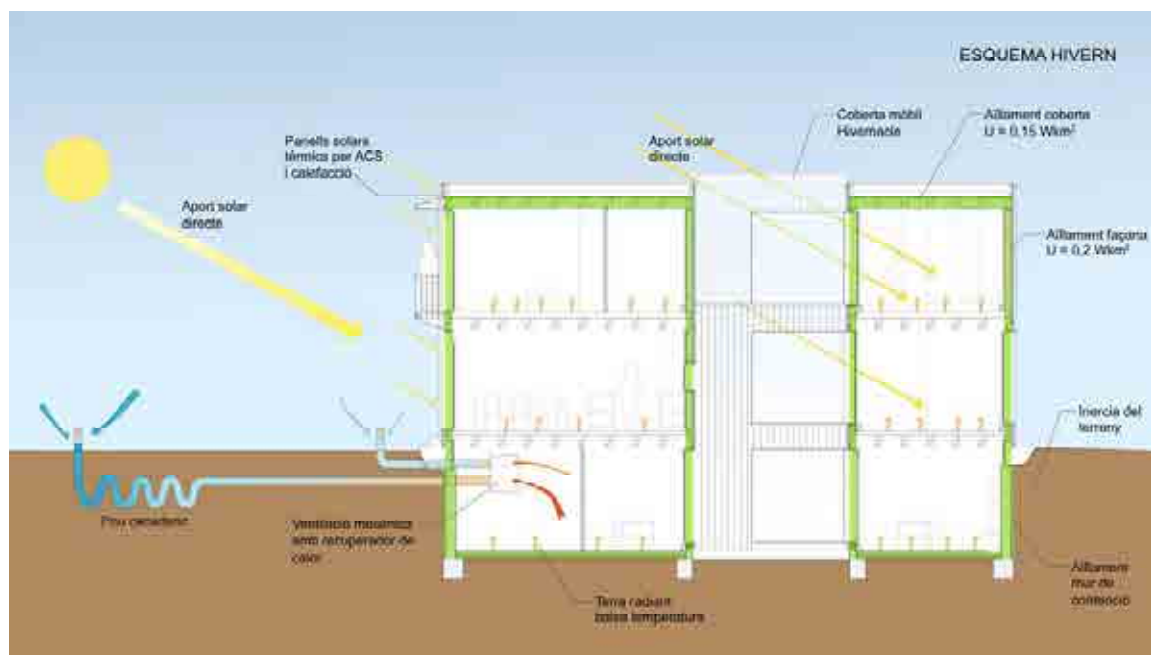
Per avaluar el comportament passiu del edifici, un cop finalitzada la seva construcció al setembre del 2009, es col·loquen uns data-logger per registrar la temperatura, mentre a la casa hi viu una família de dos adults i dos nens.

És un habitatge unifamiliar entre mitgeres de planta baixa, primer pis i soterrani, destinat a habitatge i despatx. Tot i que la parcel·la és estreta i profunda, el projecte intenta obrir-se al màxim cap a sud per tal de captar l'energia solar, passiva i gratuïta, però alhora cal protegir-se durant l'estiu.

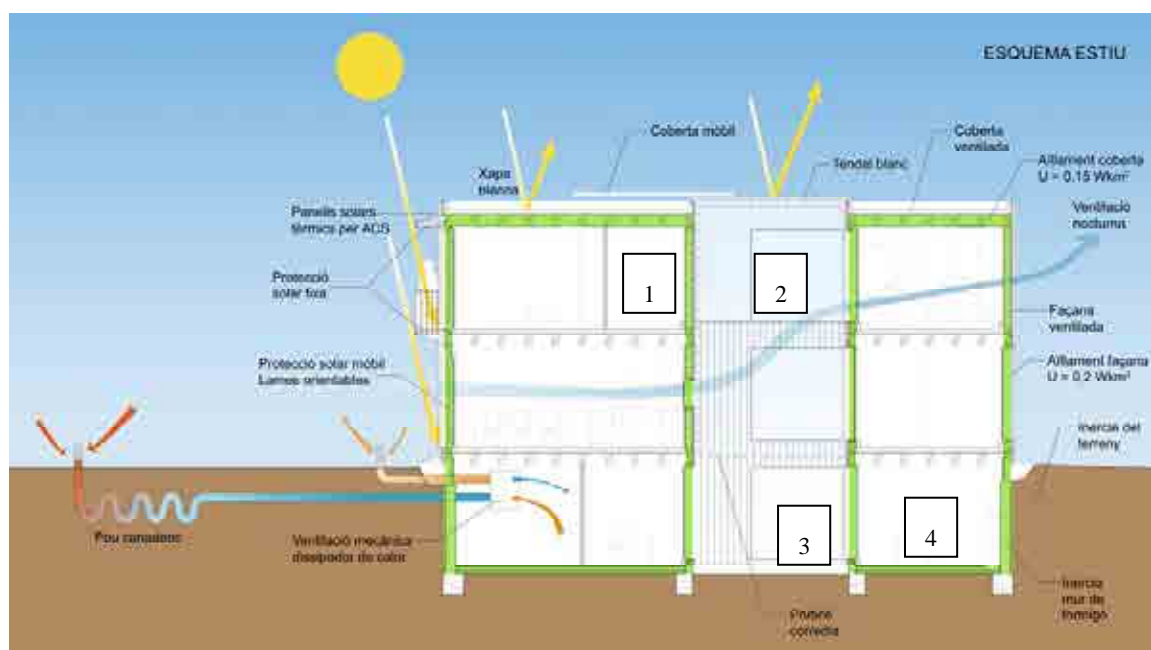


F.585 Vista des del sud de la casa sense la protecció solar

Un pati central crea una nova façana sud interior que permet distribuir l'energia solar a tot l'edifici i evitar la situació típica en aquesta tipologia d'una part clarenta i un altra més fosca. El pati, juntament amb l'escala, articula les circulacions interiors i crea unes vistes creuades interiors ens les quals les activitats de cada nivell s'entrellacen visualment i es crea una relació interessant.



F.586 Esquema bioclimàtic a l'hivern.



F.587 Esquema bioclimàtic a l'estiu i posició dels data-loggers de temperatura:

1: sensor interior, passadís dormitoris; 2: part de dalt del pati; 3: part de baix del pati; 4: despatx arquitectura.

PREVISIÓ DE CONSUM 13kwh/m2 any

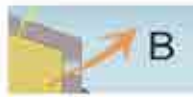
Per AT 14°C mitja dia hivernal

Contribució solar mitja període hivern segons càlculs cumulatiu radiants.

39 KWh dia TRANSMISSIÓ



22x0,3+6,6 KWh dia VENTILACIÓ



7 KWh dia APORTACIÓ INTERNA



49 KWh dia RADIACIÓ SOLAR VIDRES



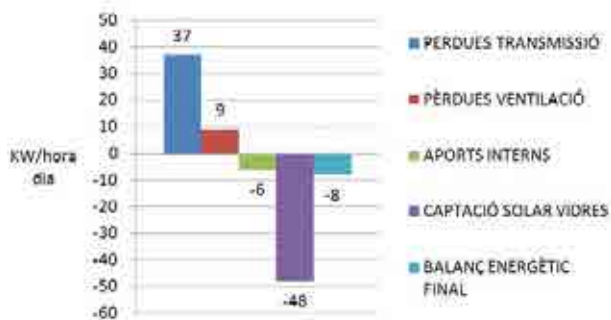
-5 KWh dia CONTRIBUCIÓ EXTERNA



F.588 Quadre resum dels valors de càlcul amb el programa propi per fer un balanç energètic per dia tipus d'hivern i valorar a trets generals la demanda energètica.

La suma de les pèrdues per transmissió, i ventilació menys els aportats interns i la radiació solar passiva, arriba a un equilibri en un dia assolit d'hivern. És l'objectiu dels edificis que fem, que un dia amb sol per fred que faci, siguin suficient els aportats solars per poder estar confortablement a l'interior sense aportar energia exterior no renovable.

Balanç energètic d'un dia d'hivern assolit



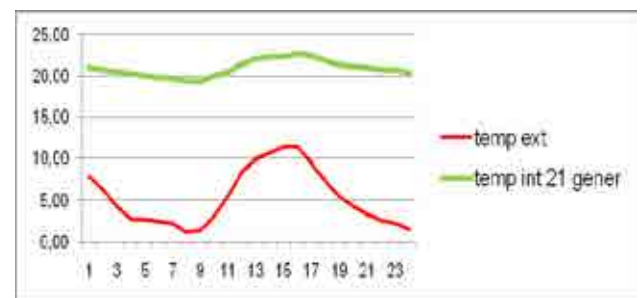
F.589 Gràfica on s'observa que el balanç energètic final entre guany i pèrdues és positiu pel que la temperatura interior serà una mica superior a l'estimada en els càlculs.



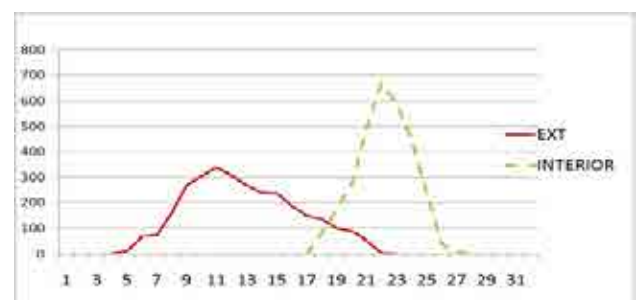
F.590 Imatge general del conjunt al març del 2012 on es veu el portico correder obert del pati. Vista des del sud.

Resultats

L'evolució de la temperatura interior de l'edifici, durant la primavera i la tardor, es troba dins de la zona de confort sense cap tipus d'energia de suport. Durant l'hivern, puntualment cal aportar energia amb un total de 10 kW/h·m² any, amb un cost aproximat de 1€/m² anual (2010-11).



F.591 Gràfica de l'evolució de la temperatura diària el 21 de gener de 2010, un dia típic d'hivern, sense calefacció.

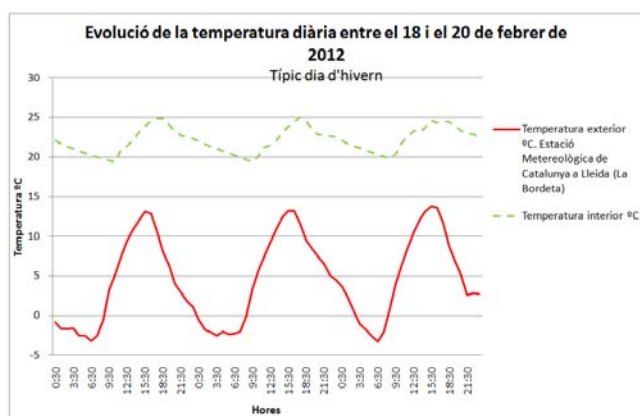


F.592 Gràfica de la freqüència de repetició de la temperatura en °C cada 30 minuts durant el mes de novembre de 2010, sense calefacció.

Durant el període de primavera i tardor es constata que la temperatura interior es troba sempre a la zona de confort, en canvi, la temperatura exterior és en bona part del temps inferior a la temperatura de confort. Aquesta temperatura mitja, sempre superior a l'interior,

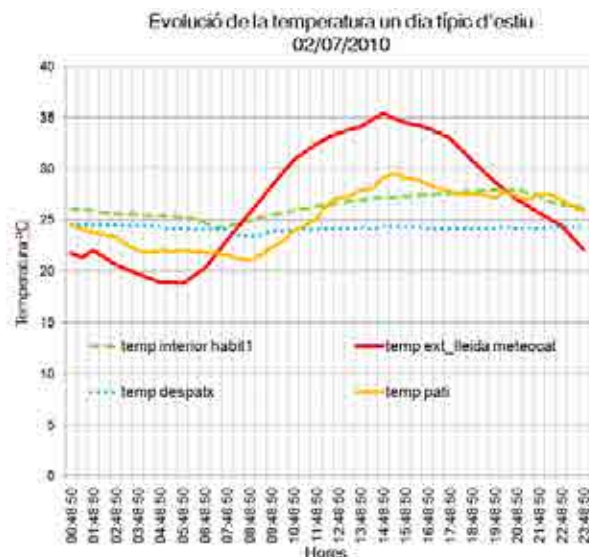
s'aconsegueix amb les aportacions solars, directes i indirectes, i també amb els guanys interns de l'ús quotidià de l'habitatge i del despàtx.

Durant l'estiu, molt càlid i sec, amb un gran salt tèrmic exterior nit/dia entre 19 i 37°C, la temperatura interior a la part alta del habitatge oscil·la entre 23 i 27°C. La poca inèrcia tèrmica fa que l'edifici sigui sensible a les aportacions internes o externes, de manera que per estar tot l'estiu dins a la temperatura de confort, cal fer especial atenció a que la radiació solar no entri i que es faci una ventilació creuada natural durant la nit. D'aquesta manera es pot aconseguir que la temperatura mitja interior sigui inferior a la temperatura mitja exterior, cosa que per molt aïllament que hi hagi o molta inèrcia que tingui, si no hi ha uns sistemes actius que ventilin només durant la nit, el interior del edifici poc a poc anirà arribant a la temperatura mitja exterior, que en ple estiu s'aproxima als 30°C durant més de 20 dies consecutius.

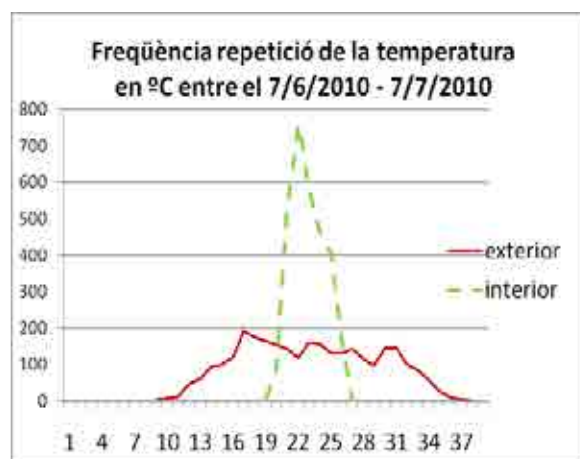


F.593 Gràfic de la evolució de la temperatura els dies 18 al 20 de febrer del 2012 al interior i exterior amb l'habitatge amb us. Dies de hivern freds però assolellats i amb zero de consum d'energia per calefacció.

A la gràfica següent es pot observar que hi ha una zona de confort molt estable que correspon al soterrani, amb molta més inèrcia tèrmica que la resta, amb l'efecte regulador tèrmic del terreny pel fet d'estar enterrat i pel fet que l'aire fred baixa i es diposita a la part inferior.



F.594 Gràfica de l'evolució de la temperatura diària el 2 de juliol del 2010, un dia típic d'estiu.



F.595 Evolució de la temperatura durant un mes a l'estiu (07/06/2010 -07/07/2010). Tot i que les temperatures són més altes a l'interior, la temperatura mitja és inferior a l'exterior i la major part del temps la temperatura és manté dins la zona de confort

Si es vol ser més exigent i no es tolera en cap moment una temperatura alta, es podria col·locar un sistema de refredament que amb molt poc consum arribaria a estar tot el temps a la temperatura de confort. Per exemple l'energia per fer funcionar aquest sistema de refredament podria ser amb energia solar ja que en aquests moments d'excés de calor es quan mes energia solar podem aprofitar. L'avantatge rau en la petita potencia de fred que caldria aportar.

També s'aprecia un cert desfasament entre la temperatura màxima exterior i el moment en que més puja la temperatura a l'interior, relacionant aquest fet al desfasament o retard del temps que

triga la calor exterior a travessar el mur que tot i ser lleuger té un retard tèrmic de varies hores.

Al segon estudi es mira la influència del pati com a espai de transició entre l'interior i l'exterior.



F.596 Imatge del pati des de sota amb el revestiment ventilat de fusta de làrix.



F.597 i F.598 Imatges del pati a l'oficina del soterrani.



F.599 Imatge de l'interior a la zona del pati de la planta baixa.



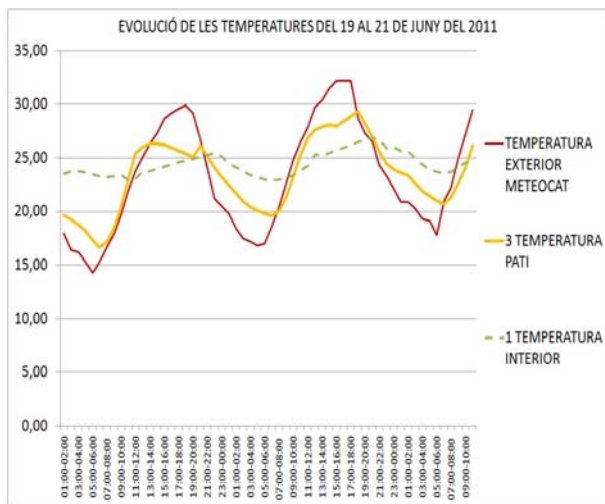
F.600 Dos sistemes diferents de protecció solar del sol al pati.

A la gràfica següent podem veure que les temperatures al pati, a l'estiu, no són les mateixes que a l'exterior: al pati oscil·len entre 21 fins 31°C mentre que les temperatures a l'exterior ho fan dels 19 als 36°C. Aquest fenomen és important per observar un fet: les grans finestres del pati no pateixen unes aportacions externes massa grans.

Durant l'hivern, la porta corredissa s'obre durant el dia per deixar entrar el sol i a la nit es tanca per protegir l'espai interior, però la porta és molt permeable a l'aire.

Es constata que durant les nits d'hivern la temperatura del pati és 2 o 3°C superior a la exterior. Per exemple, es troba a 0°C en lloc dels -2°C, fet que sembla poc significatiu però permet reduir un 20% les pèrdues pel pati durant la nit que representa una disminució de un 10% de les pèrdues durant la nit de tot l'edifici, ja que el pati es la part més oberta.

Si es millores la estanqueïtat del tancament del pati, tot hi no ser aïllat es milloraria l'efecte protector i estabilitzador de la temperatura del pati.



F.601 Gràfica de temperatures a l'interior, a l'exterior i al pati al juny del 2010.



F.602 Cuina solar. Ideal per estalviar energia i guanys interns a l'estiu.

Instal·lacions.

Aigua:

L'edifici està connectat a la xarxa municipal d'aigua potable i clavegueram. Tot hi així es col·loca un dipòsit enterrat autoportant per emmagatzemar aigua de la pluja de la coberta. El dipòsit de 6500 litres conté un grup de pressió per

donar aigua a les cisternes dels WC i al reg exterior.



F.603 Imatge de la col·locació del dipòsit enterrat de 6500L.

L'aigua calenta sanitària es fa bàsicament amb els 3 panells solars tèrmics verticals a la façana. Aquests captadors amb un acumulador de 900 litres assegura el 85% de l'ACS anual. Part de l'energia solar es destinarà també a suport de calefacció.

Quan el sistema solar no és suficient hi ha un aport elèctric amb un acumulador elèctric estàndard que s'alimenta de l'acumulador solar que sempre aporta l'aigua temperada com a mínim a uns 25°C de manera que el acumulador elèctric només cal que acabi d'escalfar l'aigua i no escalfar-la des de la temperatura que arriba de la xarxa al hivern que pot estar al voltant dels 8°C.



F.604 Imatge de la sala de maquines al soterrani on es veu l'acumulador de 900 Litres i el controlador solar, A la dreta l'acumulador elèctric de suport que està aturat i anul·lat durant 9 mesos a l'any mentre l'acumulador solar supera els 40°C per a no perdre energia per a mantenir l'acumulador calent.

Calefacció:

S'instal·la dins la capa de compressió del forjat que té una missió estructural el terra radiant per tal d'activar la capa de formigó i aprofitar la inèrcia d'aquesta massa que compensarà la poca inèrcia del edifici bàsicament amb estructura de fusta.

El terra radiant aporta el suport d'escalfor necessària en alguns moments de l'hivern, sobretot a la planta soterrani on l'aire fred baixa i el sol no hi incideix amb la mateixa intensitat que a la resta de les plantes i es necessari un aport actiu.



F.605 Imatge del terra radiant que quedarà embegut a la capa de compressió estructural del forjat connectada a l'estructura de bigues de fusta per donar més rigidesa.

Si hi ha demanda d'escalfor a partir dels termòstats de cada planta i el sistema solar està per sobre dels 35°C, és l'aigua del sistema solar qui aporta l'escalfor al terra radiant. Si la temperatura baixa un suport elèctric farà aquesta missió.

El suport elèctric és el menys sostenible i el més car però degut a la molt baixa demanda compensa la inversió petita i els kWh cars. Es va descartar instal·lar una caldera de biomassa degut al seu cost front a la baixa demanda d'energia.

250€ d'energia elèctrica són suficients per mantenir tot l'hivern l'habitatge i el despatx en zona de confort. Segons l'hivern el consum oscil·la entre 1500 i 2000 kWh anuals.

Ara s'ha preparat una estufa de llenya al soterrani que s'espera substitueixi els aportes per calefacció elèctrica. Només per radiació i convecció

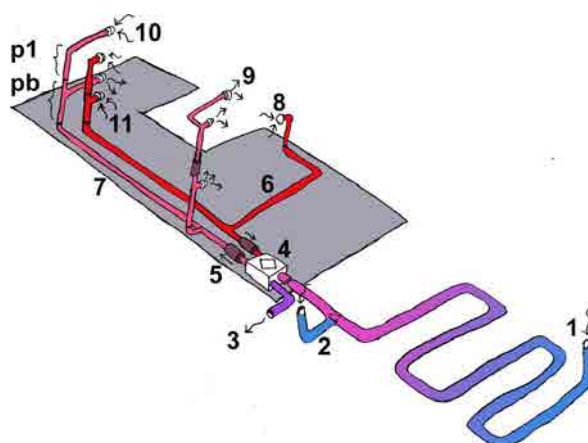
escalfarà tota la casa des del soterrani amb l'aire calent que pujarà pel buit de l'escala.

Electricitat:

L'edifici està connectat a la xarxa urbana elèctrica. Ara s'ha projectat instal·lar 14 panells solars fotovoltaics a la coberta per tal de generar el 3000 kWh que consumeix anualment amb electricitat l'habitatge i el despatx de tal manera que l'edifici serà pràcticament positiu ja que generarà tot allò que necessita per funcionar.

Ventilació:

S'instal·la un sistema de ventilació mecànica amb recuperació de calor amb un recuperador d'una eficiència del 60%. també un pou canadenc a l'entrada de l'aire de 25 metres de longitud pot temperar la temperatura de l'aire abans d'entrar dins de l'edifici.



F.606 L'esquema de ventilació, agafa aire exterior passa pel recuperador de calor qui tempera l'aire amb l'aire calent que extreu. Un ventilador de 60W impulsa l'aire net temperat a les habitacions i sala i retorna per plènum per sota les portes pels banys i la cuina.



F.607 Imatge de l'aparell de recuperació de calor penjat al sostre de la sala de màquines amb els 4 tubs, dos impulsions i 2 retorns.

Conclusió

Una construcció lleugera ben aïllada permet un gran estalvi energètic durant tot l'any, i si es prenen les precaucions necessàries per a que no entri la radiació durant el dia i es refreda mitjançant ventilació creuada durant la nit, es pot mantenir la temperatura de confort durant tot l'estiu càlid.

Els espais semi exteriors com els patis i els sistemes de protecció solar mòbil o vegetal són recursos de l'arquitectura tradicional mediterrània que cal aplicar i interpretar, ja que ens ajuden a suavitzar les condicions extremes exteriors i permeten que els edificis funcionin bioclimàticament millor.

Amb un cost similar a les altres construccions convencionals està demostrat amb aquest exemple que es poden construir sense massa dificultats edificis que consumeixen molt poc o que fins i tot generen tota l'energia que necessiten pel seu funcionament.

Si s'ha pogut realitzar aquest exemple amb un modesta inversió privada i sense massa complexitat ni infraestructura no s'entén com no s'apliquen aquets criteris genèricament a tota la resta de construccions.

Aquest edifici fet al 2009 ja està adaptat a la normativa que la unió europea vol posar en vigor al 2020. Normativa que demanarà uns nivells deficiència tèrmica ideals i òptims econòmicament sobretot per l'usuari últim qui es veurà afavorit per una important reducció dels costos de utilització del consum d'energia.

Specific Demands with Reference to the Treated Floor Area			
	Applied	monthly calculation	PH Certificate
Specific Space Heat Demand:	7	kWh/(m²·a)	15 kWh/(m²·a)
Presurization Test Result:	1,0	h ⁻¹	0,6 h ⁻¹
Specific Primary Energy Demand (EN10, Heating, Cooling, Auxiliary and Household Electricity):	52	kWh/(m²·a)	120 kWh/(m²·a)
Specific Primary Energy Demand (EN10, Heating and Auxiliary Electricity):	19	kWh/(m²·a)	
Specific Primary Energy Demand (Energy Saving by Solar Electricity):	0	kWh/(m²·a)	
Heating Load:	13	W/m²	
Frequency of Ductwork:	2	%	20
Specific Useful Cooling Energy Demand:		kWh/(m²·a)	15 kWh/(m²·a)
Cooling Load:	2	W/m²	

F.608 El quadre del programa de càlcul estàtic PHPP de l'institut Passivhaus alemany, ens demostra la feble demanda d'energia de l'habitatge, de 7kWh/m² per any en calefacció i de 2 kWh/m² en refrigeració.

Es va fer el test d'estanquitat a l'aire i el valor que va donar 1, superior a 0.6 que demana l'institut alemany per certificar la casa com a passiva.

Tot hi això vistos els bons resultats reals la casa està inscrita la registre de cases passives, la primera de tot l'estat.



F.609 Imatges del moment de la prova d'estanqueïtat de l'habitatge amb l'Institut Tecnològic de Lleida.

<http://www.passivhausprojekte.de/projekte.php?detail=2116>

En aquesta adreça es pot veure aquest exemple dins de la base de dades del Passivhaus institut.



F.610 Imatge del interior del habitatge d'una de les habitacions amb la seva obertura que dona cap al pati interior.

Durant el 2012 s'ha construït en el mateix carrer un altre habitatge de tipologia similar una mica més gran amb un sistema constructiu igual amb les mateixes prestacions tèrmiques.

Mostra que aquest tipus constructiu dona bons resultats i interessa a la gent que el comença a conèixer.



F.611 Imatge del muntatge de la segona casa amb estructura de fusta al mateix carrer amb els panells d'entramat lleuger.



F.612 Imatge de la col·locació dels elements de la coberta.



F.613 Imatge del conjunt al gener del 2013 de les dues cases eficients al carrer Arboretum de Lleida amb estructura prefabricada de fusta.

4.2.4 Casa passiva Magda, Lleida, 2012

En una urbanització al límit de la zona agrícola de Lleida es projecta un edifici unifamiliar aïllat. Dins una urbanització tipus ciutat jardí consolidada des de fa 20 anys.

La parcel·la d'uns 600m² rectangular té una normativa que obliga a separar-se dels límits i fer una construcció central. La orientació del rectangle de la parcel·la està girada uns 45° respecte el nord.



F.614 Vista de la casa des del nord.

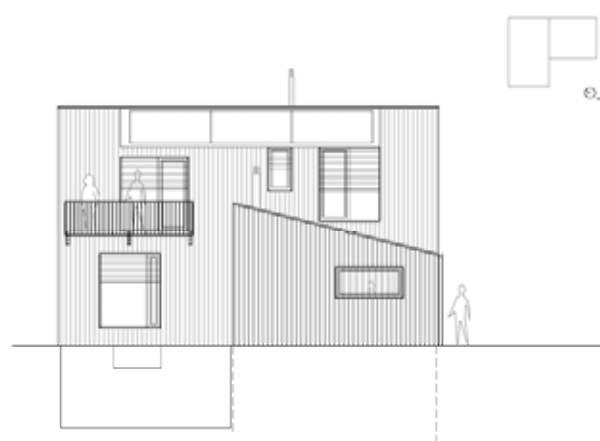
Criteris arquitectònics.

Es planteja un volum en forma de L per tal d'optimitzar la captació de la radiació solar i facilitar la distribució de la calor hivernal al seu interior, ja que el nord està a 45° respecte als límits de la parcel·la. La casa està dividida en dos habitatges que tenen accessos independents des del mateix punt. La planta baixa i el soterrani formen part d'una vivenda i la planta primera, que només ocupa una barra de la L, està ocupada per la segona.



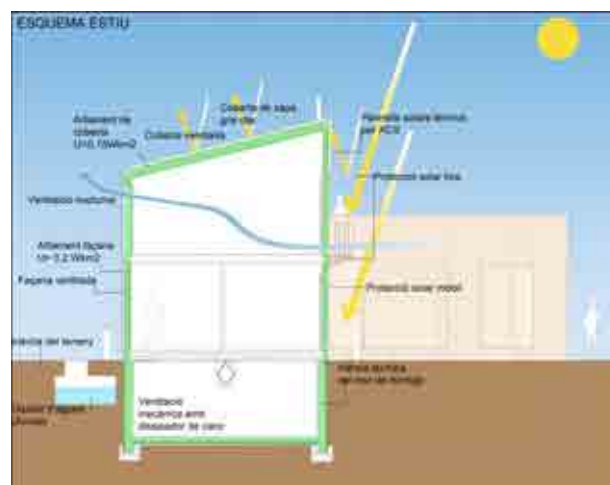
F.615 Vista de la façana sud on s'aprecia la forma en L.

Les obertures principals s'orienten cap al sud per a maximitzar la captació solar a l'hivern i es protegeixen amb persianes o porticons i una visera fixa a l'estiu. Aquesta visera sota les plaques solars d'aigua calenta redueix d'incidència del sol a les obertures i reflexa i maximitza la captació solar de les plaques ja que al ser de xapa galvanitzada la visera actua com a reflector.



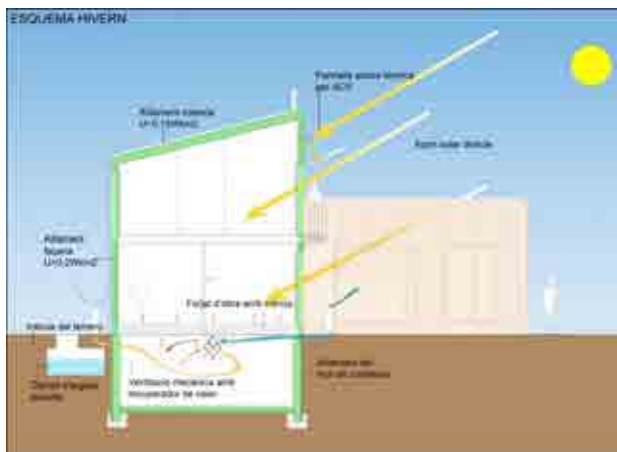
F.616 Façana sud on es concentren la major part de les obertures i les plaques solars al pla de la façana. Combinant captació solar activa i passiva. Les persianes a les obertures i el balcó i visera del reflector de les plaques solars contribueixen passivament a protegir del sol la façana durant l'estiu.

La coberta inclinada oberta cap al sol i recoberta per una xapa *miniona* de color clar per a reflectir la calor, està ventilada igual que la façana per a millorar el comportament higrotèrmic, evitar condensacions i protegir-se de la radiació a l'estiu. Les façanes ventilades funcionen com una segona pell que fa ombra sobre la estructura i aïllament dels murs. Les façanes en la caiguda de la coberta són de la mateixa xapa per donar una continuïtat a la coberta, amb un canaló ocult que recull l'aigua de pluja. La resta de la façana està recoberta amb fusta de làrix, que es una conífera molt resinosa de fulla caduca, que dona classe 3 i per tant apta per aguantar la intempèrie sense contacte permanent amb l'aigua.



F.617 Esquema bioclimàtic del comportament de la casa a l'estiu.

L'evolvent ventilada i de color clar per evacuar la calor, els elements de protecció solar, com la visera, el balcó i les persianes, la ventilació creuada nocturna i el gruix d'aïllament continu permetran estar dins de nivells de confort tèrmic tot l'estiu.

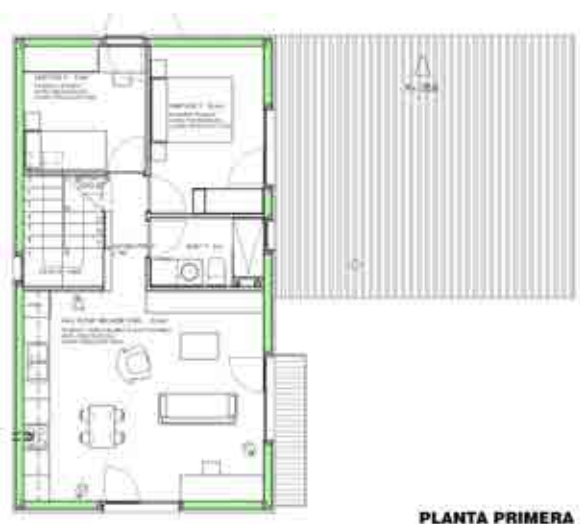


F.618 Esquema bioclimàtic del comportament de la casa a l'hivern.

La captació solar directa passiva per les obertures, la captació solar activa amb les plaques tèrmiques, el gruix d'aïllament a coberta i façanes i soterrani que permet que la calor no s'escapi cap al exterior i el sistema de ventilació mecànica amb el recuperador de calor.



F.619 Planta baixa amb els accessos independents als dos habitatges.



F.620 Planta primera



F.621 Imatge d'una de les habitacions de la planta baixa amb el sistema de ventilació natural, format per un porticó lateral estret com un mòdul de reixa de 12cm que no permet que ningú entri i es pugui deixar obert amb tota seguretat durant la nit. La persiana orientable de lames d'alumini permet graduar segons les necessitats del usuari la llum que es deixa entrar.



F.622 Vista de l'arribada de les escales al soterrani i l'espai d'estar.

Sistema constructiu

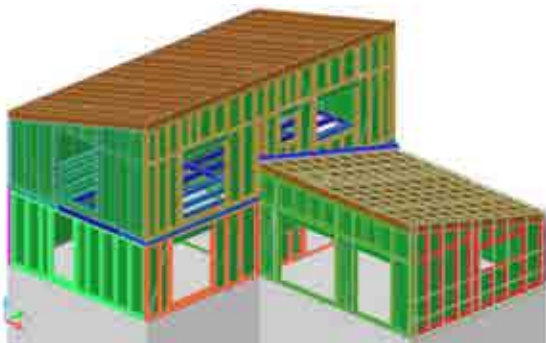
La casa consta d'un soterrani construït amb un mur de formigó armat de 25cm que actua com a mur de contenció aïllat per l'exterior amb 8cm de poliestirè

extruït per tal de reduir les pèrdues tèrmiques entre el soterrani habitat en part i el terreny. Els murs de la planta baixa i primera, estan construïdes amb panells prefabricats de fusta i aïllats amb llana d'ovella. El forjat entremig i la coberta estan construïts al taller, també prefabricats amb estructura de fusta interior amb un sistema alveolar formant uns caixons plens amb aïllament de llana d'ovella a la coberta i de cotó reciclat al forjat per aïllar acústicament.

El muntatge de la casa es realitza en 4 dies i en poc més es té la casa tancada i amb aigües fora.

Els revestiments interiors alternen fusta natural, panells OSB i plaques de guix laminat. Les obertures als murs estan realitzades amb fusteria de pi amb perfil europeu pintades amb lasser blanc. Es combinen sovint grans vidres fixes sense fusteria per a reduir les obstruccions solars i les pèrdues tèrmiques dels marcs, així com el cost dels marcs amb franges verticals estretes massisses com a portes de ventilació. La voluntat de reduir al màxim la superfície de fusteries es pot fer ja que s'aprofiten els marcs estructurals de l'entramat dels murs com a marcs pels vidres i també s'eviten els marcs de fusteries ja que son pont tèrmics o superfícies menys aïllades que la resta i com que son opacs impedeixen que el sol entri i escalfi l'interior.

El procés constructiu del sistema prefabricat de fusta comença amb un dibuix tridimensional detallat amb totes les capes i els elements estructurals numerats i amb les mides exactes.



F.623 Imatge del model 3d per a fabricar i a partir del qual la màquina de control numèric talla i numera cada element.

Un cop estan fabricats els elements de fusta del entramat es comencen a muntar els panells al taller, l'entramat de fusta de pi, el taulell osb per la cara interior i el taulell de fusta transpirable a l'exterior. Un cop estan preparats es van guardant a punt per ser traslladats a la obra un cop estiguin tots fets.



F.624 Imatge del muntatge dels panells al taller amb el interior de l'entramat de fusta amb la llana d'ovella i els taulells de fibra de fusta que tanca el exterior del panell.



F.625 Imatge al taller dels elements prefabricats llestos per a transportar-los i col·locar-los al lloc.



F.626 Imatge dels panells al taller un cop acabats amb els rastrells de la façana que rebran el revestiment exterior final a obra.



F.627 Imatge del camió amb el qual es transporten els panells. En aquest cas una gòndola o remolc baix per poder transportar els panells de façana del sota coberta que son alts per crear la pendent de la coberta. El transport ha d'evitar sobrepassar l'alçada reglamentària. Al camió estan carregats per ordre invers de la descarrega i es van traient i col·locant al lloc directament.



F.628 Col·locació del primer panell a l'obra. Un mur entremig que a un costat té sobre el panell OSB una placa de guix tipus *fermacell* com acabat llis que es pintarà blanc.



F.629 Imatge del muntatge de un dels murs que tanca la planta baixa durant el primer dia de muntatge dels panells de façana. Ja porten les plaques blanques del acabat interior i els llistons pel folrat exterior.

La composició dels murs i de la coberta es la mateixa però amb diferent secció per criteris estructurals. De dins a fora, un panell OSB de 15mm, una barrera de vapor l'entramat o estructura de fusta de pilarets de 6x16cm amb l'aïllament de llana d'ovella, un taulell de fibra de fusta transpirable, doble enlistonat i com acabat a la coberta la xapa gris lacada o entaulat ventilat vertical de fusta de làrix a les façanes.



F.630 Vista de l'accés de la casa durant el muntatge des de l'interior. El sostre ja acabat està compost per una estructura alveolar de fusta i amb aïllament de coto reciclat per l'absorció acústica.



F.631 Un cop s'ha muntat tota la estructura principal, sense haver d'esperar temps es pot començar a col·locar les divisions interiors. Són amb construcció seca, amb guies galvanitzades i plaques de guix laminat. A l'interior, un cop passades les instal·lacions, es reomplirà la cambra amb rolls de cotó reciclat, de bones característiques per tal d'absorbir el soroll aeri entre les dependències.



F.632 Imatge dels materials de façana. Xapa lacada mini ona i fusta de làrix tot ventilat. Els porticons a cada indret s'integren amb el material de la seva superfície.

Els tancaments de les obertures de fusta ja estan preparats amb antelació al muntatge de la casa a la obra, ja que les mides de prefabricació estan determinades i no es mouen.

D'aquesta manera una setmana després de muntar la estructura de fusta es col·loquen les finestres i els vidres i la casa queda tancada, amb les avantatges que comporta per poder anar avançant les instal·lacions a l'interior i les condicions de treball

amb la casa tancada, en època d'hivern són molt agraïdes per als operaris.

Les instal·lacions elèctriques al seu pas per les zones dels capsals dels llits de les habitacions es realitzen amb cables blindats amb presa a terra de menys de 1Ω om de manera a eliminar els camps elèctrics de la instal·lació durant els períodes diaris de descans dels seus usuaris.

Instal·lacions

Les instal·lacions ajuden a optimitzar l'energia requerida per a estar en confort durant tot l'any al seu interior a Lleida, on les condicions exteriors són bastant extremes i oposades: fredes a l'hivern i caloroses a l'estiu. L'aire exterior pot estar entre $+40^{\circ}\text{C}$ i -8°C amb facilitat, com a temperatures extremes puntuals a l'any.



F.633 Detall del balcó a la façana sud i les plaques solars amb el reflector metàl·lic integrades a la façana de làrix.

L'aportació d'energia de suport és elèctrica optimitzada amb una bomba de calor inverter aire-aigua com a suport del sistema solar de 3 plaques verticals que donaran el 80% de l'ACS aigua calenta sanitària anual.

Per a la climatització interior a l'hivern, uns fancoils envien calor provinent de la bomba de calor al sistema de ventilació mecànica i renovació de l'aire. A l'estiu, té l'opció d'aportar aire fred al sistema de

ventilació. La bomba de calor també escalfa l'ACS si la solar no és suficient.



F.634 Imatge de la sala de calderes al subsòl on es veu el acumulador d'aigua calenta solar, els acumuladors de fred o calor de la bomba de calor aerotèrmia aire aigua, els basos d'expansió i la ventilació mecànica controlada.



F.635 Imatge vist per sota del recuperador de calor de la ventilació mecànica controlada.

Un recuperador de calor del aire amb creu que transfeix la calor del aire utilitzat dins del habitatge i que es llença a fora per preescalfar l'aire fred net que entra per renovar l'aire del habitatge.

La toma d'aire al exterior es troba a la façana sud al punt més càlid ja que s'utilitzarà el sistema de

ventilació sobretot en la època freda per reduir o no haver de utilitzar el sistema de calefacció.

S'ha descartat un sistema de pous canadencs ja que no es renova constantment tot el volum de la casa. Durant la nit del hivern no es ventila però sí durant tot el dia. En dies anticiclònics amb fort salt tèrmic entre dia i nit, la temperatura exterior durant el dia a Lleida és més alta que la temperatura de la terra a un metre de profunditat.

I durant l'estiu es ventila durant la nit amb les finestres de manera natural i creuada sense utilitzar el sistema mecànic.

En un lloc amb un entorn més sorollós si que caldria ventilar mecànicament durant la nit i potser si que seria interessant el pou canadenc però no ho era en aquest cas.



F.636 Tub de ventilació de una habitació amb la reixeta de caudal variable segons el usuari. Les conduccions de ventilació es deixen vistes.



F.637

Imatge del mòdul exterior de la bomba de calor aerotèrmica que produeix la calor ACS o el fred necessari amb un cop superior a 3 de manera que permet reduir encara més el consum que ja és reduït per una demanda molt baixa.

Aigua: s'ha enterrat un dipòsit de 5000 Litres per recollir i emmagatzemar l'aigua de la pluja per utilitzar-la per les descàrregues dels WC i el reg.



F.638 Imatge de la façana sud est amb les plaques solars tèrmiques integrades al pla de la façana i una visera que protegeix del sol les obertures i reflexa part de radiació extra a les plaques solars. El balcó permet sortir al exterior i donar ombra al estiu a la obertura inferior. Les proteccions solars mòbils de les obertures en aquest cas estan baixades i orientades.



F.639 Imatge de la façana nord amb una part amb revestiment ventilat de xapa i un altre de fusta. També es veu el tub de sortida de la ventilació mecànica amb el recuperador de calor.



F.640 Imatge de l'interior de la sala principal amb vista cap a l'exterior a través de un gran vidre fix que permet un aport solar important i la relació visual amb l'exterior.



F.641 Imatge de l'escala i del espai d'entrada i distribuïdor.

Resultats

Tot això a uns costos totals de construcció propers als 1000€/m², amb constructors locals i sistemes senzills, aconseguim reduir la demanda molt per sota dels màxims de l'estàndard de casa passiva i sobradament dins de les expectatives dels ideals de construcció per al 2020 de la Unió Europea.

Aquest projecte que s'inscriu directament dins tots els paràmetres d'un habitatge passiu, després de realitzar els càlculs amb el programa oficial PHPP ens dona una demanda de consum per a l'hivern de calefacció de només **3 kWh/(m² i any)**. Una demanda casi nul·la si pensem que un edifici estàndard supera els 150 kWh/m² i any i l'estàndard alemany de casa passiva requereix estar per sota dels 15 kWh/m² i any.

Energy balance calculation			
Applied	Monthly calculation	PH Estimate	Fulfilled?
Specific Space Heat Demand	3 kWh/(m²·a)	15 kWh/(m²·a)	Yes
Primary Energy Demand	1,8 kWh/(m²·a)	5,8 kWh/(m²·a)	No
Specific Primary Energy Demand (Heating, Cooling, Auxiliary and Movement Electricity)	46 kWh/(m²·a)	120 kWh/(m²·a)	Yes
Specific Primary Energy Demand (Heating, Cooling, Auxiliary and Movement Electricity)	18 kWh/(m²·a)		
Specific Primary Energy Demand (Heating, Cooling, Auxiliary and Movement Electricity)	0 kWh/(m²·a)		
Specific Primary Energy Demand (Heating, Cooling, Auxiliary and Movement Electricity)	0 kWh/(m²·a)		
Frequency of Overheating	0 %	27 %	
Specific Useful Cooling Energy Demand	1 kWh/(m²·a)	10 kWh/(m²·a)	
Cooling Load	1 kWh/(m²·a)		

F.642 Quadre resum dels càlculs amb el programa PHPP. El programa oficial dels institut alemany Passivhaus.

S'ha realitzat el test d'estanqueïtat al aire amb una prova de depressió de 50 Pascals.

Les renovacions del test han donat 2 volums per hora en aquesta diferencia de pressió. No es una hermeticitat molt alta i està per sobre dels valors màxims que exigeix el institut passivhaue per certificar la casa passiva però els resultats reals de consum d'energia primària elèctrica amb la bomba de calor s'ajusten amb molta precisió als 3kWh/(m² any) que havia resultat del càlcul amb el programa PHPP.

Amb la qual cosa demostrem que en aquest i altres exemples no estem dins de la estanquitat extrema però l'objectiu primer que es reduir a gairebé zero el consum de energia pel confort tèrmic interior està perfectament aconseguit.

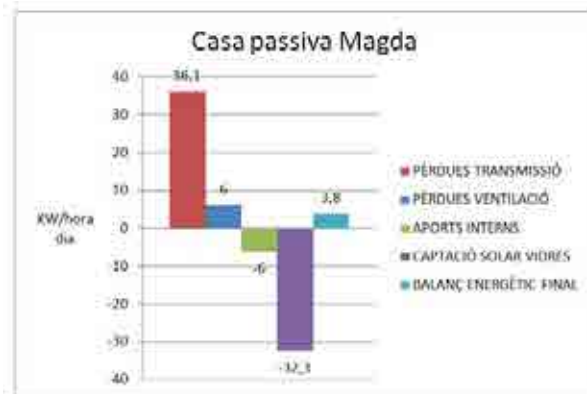


F.643 Imatge de l'escala que és un element estructural de fusta contralaminada des del soterrani fins a la planta sotacoberta.

Tal com està concebuda la casa, amb un cost raonable equiparable a la construcció convencional, s'aconsegueix un habitatge relativament gran que es preveu que durant tot l'hivern siguin suficients 100€ de consum primari elèctric per a compensar els moments en els que passivament la casa no sigui capaç de donar el confort als seus ocupants, a un clima com el de Lleida que no és gens suau.

Al final del primer hivern en funcionament, al febrer del 2013 ja hem extret els primers resultats del funcionament real del edifici amb la lectura dels

sensor de temperatura col·locat al interior del habitatge.



F.644 Gràfic del balanç energètic de la casa un dia d'hivern amb sol.

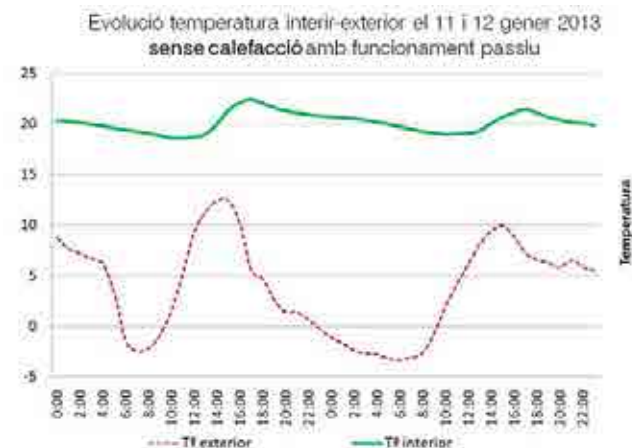
Tal com es veu al gràfic següent de la evolució de la temperatura durant uns dies de gener amb sol, la temperatura interior del habitatge aquets dies oscil·la entre 19 i 23°C mentre que la temperatura exterior oscil·la entre -4 i 12°C amb una mitja al voltant dels +5°C.

Aquest gràfic es d'un dia sense us del sistema de suport de calefacció. De manera que segons el càlcul de demanda tèrmica en realitat un dia assolit els guanys compensen les pèrdues i les 24h la casa està en temperatura de confort.

En aquest cas si que està amb ús i per tant hi ha un aport intern propi del us del edifici.

Els dies sense aport solar important i amb fred exterior el sistema de suport ha funcionat però aportant uns 30 kWh per dia que amb la bomba de calor amb un cop de 3 el consum elèctric ha estat de uns 10kWh per dia amb un preu amb impostos incluits de uns 2€ per dia de hivern sense sol.

Suposant uns 30 dies de hivern sense sol i la resta amb sol, el cost de calefacció per l'edifici de mes de 200m² a Lleida es de uns 60€ amb impostos incluits. Es a dir un cost casi nul de consum d'energia per la calefacció del edifici.



F.645 gràfic de la evolució de la temperatura al interior del habitatge el dia 11 i 12 de gener del 2013.

5.- CONCLUSIONS

5.1 – Conclusions generals

1.- Construcció tradicional

La relació directa entre el clima, l'altitud, els materials del voltant i la forma de viure genera sistemes constructius propers però amb trets característics diferents al Pirineu i als Alps, segons la situació geogràfica. Com els dialectes de les llengües, originaris de la mateixa arrel que evolucionen diferent en llocs determinats.

Tot això justifica com una llarguíssima evolució, gairebé darwiniana, ha permès a la gent que habita un indret determinat concret i únic que s'hagi pogut servir d'allò que hi havia al seu voltant per a protegir-se del entorn per generar i facilitar la vida.

La ubicació de les poblacions en relació a les lleis de la natura que no té fronteres, són universals. Es veu com els principis d'implantació i aprofitament dels recursos locals es repeteix en les diferents regions de muntanya i es pot pensar que aquests diferents pobles han evolucionat cap a aquesta manera de fer paral·lela però sense interacció directa, a força d'observació i experimentació de moltes generacions que s'anava experimentant i verificant any rere any, millorant les solucions i corregint errors o problemes experimentalment. I després de moltes i moltes generacions el resultat era sens dubte molt pròxim a l'òptim en aquell lloc concret, adaptat a la situació econòmica o social del seu moment, basada en l'austeritat i l'autosuficiència, condicions intrínseques a les regions de muntanya amb comunicacions més aviat difícils, existia cert intercanvi cultural i viatges d'alguna part de la població per moviments migratoris temporals entre la plana i les muntanyes o entre les muntanyes i altres parts del món.

El resultat de la manera de fer de les zones de muntanya depèn doncs en gran mesura a les condicions climàtiques i els recursos naturals locals, que aquests no varien durant els anys, o si ho fan es molt lleugerament i en menor mesura depèn del entorn socioeconòmic o tecnològic de la societat que hi viu.

Els artesans tradicionals que havien acumulat i evolucionat el coneixement i la saviesa dels materials locals, eren capaços de treure el màxim profit dels materials que tenien a l'abast per resoldre detalls molt diversos. A la zona dels Alps on la fusta era molt abundant, com que el material es presta a molts usos diversos, eren capaços de resoldre tan un acabat de coberta, una estructura d'una casa, una roda de carro, eines pel camp o eines per cuinar. Les cobertes de palla són un altre

exemple que amb un material abundant i econòmic es podia fer una coberta impermeable, transpirable i aïllada.

Seria però, una llàstima, ignorar tota la saviesa adquirida durant moltes generacions d'observació local i optimització casi perfecta dels recursos locals, ara amb l'excusa de donar tota la confiança al poder de les màquines i al transport i comerç de materials a tots els indrets.

Aquest treball començat al any 2004 en plena explosió urbana, demogràfica i tecnològica, amb una gran pressió urbanística en les zones de muntanya sobre les preexistències tradicionals que s'han vist atropellades pel boom immobiliari, ara al final d'aquest treball al 2012, vuit anys després, ja s'ha invertit aquesta pressió expansiva infundada i insostenible físicament, tornant a deixar pas a la coherència tradicional basada en els recursos locals.

I sembla que el capítol d'anàlisi de la construcció tradicional i la seva manera de viure, que havia de ser la introducció al medi per poder-lo entendre no és només una introducció sinó que també pot servir avui, en moments de decreixement i depressió urbana, i crisi del sistema actual, com a full de ruta o guia del que feien abans per ser autònoms autàrquics i autosuficients amb els recursos naturals locals renovables i econòmics.

2.- Situació actual

Estem vivint uns moments de canvis profunds, sobretot econòmics. S'aprecia després del anàlisi de la construcció i la manera de viure tradicional que en el passat no tan llunyà, la manera de viure era molt diferent a l'actual. S'ha trencat bona part de la simbiosi i diàleg d'intercanvi mutu entre la natura i els seus recursos renovables i l'activitat humana. En els últims anys i potser a través d'un model capitalista en que el mercat és qui preval, tot té un preu i tot es compra, s'ha generat una dependència del comerç i un incentiu al consum de recursos, que es converteixen ràpidament en residus.

No som autònoms amb els recursos del nostre entorn immediat i els recursos que ens arriben de l'exterior estan envasats de manera que l'embolcall pot sortir més car que el contingut i pot tenir un impacte en els residus superior que el mateix contingut.

A nivell edificatori es reflexa clarament aquesta tendència social. Dependència dels materials exteriors foranis i sovint mal adaptats al lloc, que acabaran sent un residu no assimilable pel medi local. Durant l'ús del edifici també serà fortament

dependent dels recursos energètics exteriors ja que la construcció actual en general no ha tingut en compte criteris de construcció bioclimàtica els microclimes locals i on val més assentar un nucli habitat ni de l'artesania local que sabia treballar bé els materials de la zona. Unes mancances que es donen tan als Alps com al Pirineu.

La expansió constructiva buscava una plus vàlua dels terrenys i no una qualitat en el producte acabat, fet que s'ha donat sobretot a Espanya i menys als Alps Suïssos on la especulació no ha estat tan forta i la qualitat de l'edificació més alta. Infraestructures sobre dimensionades com les de transport per carretera també han contribuït a alterar el paisatge tot hi haver reduït els temps de desplaçament.

Els models d'ocupació dels nous habitatges en les zones de muntanya majoritàriament de segona residència i tancats el 90% dels dies de l'any, també representa un model social insuportable, ni econòmic ni energèticament.

Alguns exemples demostratius de l'artesania que ha subsistit a la industrialització són els artesans de la fusta dels Alps que encara en algun lloc es manté i cultiva un reducte de tècnics artesans.

A nivell energètic per contra, Suïssa des del govern han impulsat des de fa temps polítiques clarament encaminades al estalvi d'energia dels edificis sobretot durant l'ús en el període hivernal.

En canvi al nostre país aquestes exigències a nivell tèrmic o energètic no estan encara avui gaire arrelades ni amb vies de convertir-se més severament a uns nivells que la normativa europea demanarà al 2020 i que ja estan aplicant altres països veïns.

3.- Optimització del consum de recursos.

El fet de quantificar paràmetres que normalment es quedaven en estimacions intuïtives, permet tenir un criteri més ferm per poder avaluar i prendre decisions durant les intervencions arquitectòniques que vulguin minimitzar el consum dels recursos.

Calcular numèricament ens ajuda a tenir valors reals que podrem ordenar per tal de tenir més dades i informacions precises per prendre decisions o poder fer prediccions de com funcionaran els edificis.

- **L'altitud**, l'alçada sobre el nivell del mar es un paràmetre conegut i que té un impacte directe a la climatologia i microclima. En condicions normals més el punt d'estudi serà alt més baixa serà la temperatura. és un factor lineal per tot arreu tan Alps com Pirineus ja que aquesta variació de temperatura depèn del pes del aire i del augment o disminució de pressió d'aire que suporta a ran de terra. Com més alt més fred farà i amb

conseqüència millor caldrà aïllar l'evolvent per permetre reduir o mantenir uns consums energètics moderats.

Aquesta sensibilitat per l'alçada es denota a la posició dels pobles antics quan comparem els més alts del Pirineu i els dels Alps, resulta que en els dos llocs al voltant dels 1500 metres d'alçada ja no hi ha més pobles, hi ha edificis però que no s'utilitzaven durant l'hivern ja que estaven bona part del temps envoltats per la neu

- **la orientació i la topografia** del lloc on s'ubica la població ens adonem que és un element que quantitativament no havíem tingut notícies en altres publicacions però que té una gran importància al funcionament dels pobles a la muntanya.

A partir de un model solar i un programa acumulatiu de la radiació solar segons un període de temps determinat, es crea un model urbà que permet provar simultàniament quina radiació solar total reben els diferents plans o superfícies del model o en cada punt.

En un carrer estret est – oest que es una situació molt corrent als nuclis de muntanya, resulta que aquets carrers estrets amb cases a banda i banda, que es fan ombra entre elles, si el terreny té una pendent cap a sud del 20%, la façana sud de la casa del carreró duplica la captació solar; si el mateix model té una pendent del 40%, aquella energia que tocava a la paret, és tres vegades superior que al model pla durant l'hivern. Això representa que els models plans no són els més favorables al hivern ja que es fan ombra uns als altres. El terreny pla, és millor deixar-lo com terreny agrícola i no ocupar-lo amb edificis que per ser una zona plana vora dels rius són zones de sol no tan estable com les zones pendents on allí per haver suportat la erosió de molts segles, demostra una duresa o resistència superior del terreny.

Justament i tornant als pobles tradicionals de muntanya, i tan dels Alps com des del Pirineu els pobles tradicionals ja s'ubicaven en aquestes situacions de pendent cap al sud, i sense saber-ho per la experiència veïen que tenien més superfície de casa exposada al sol, i tot hi no saber captar massa bé la energia solar alguna cosa s'escalfava més que no d'una altra manera.

Les dades del model solar serveixen per crear una base de dades per tal de poder fer càlculs d'altres exemples en una situació similar.

- L'evolució de la qualitat dels materials i **dels aïllaments** provoca que la forma òptima que havia sigut un teixit dens entre mitgeres ben compacte, ara amb edificis que poden estar ben

aïllats i tenir tecnologia senzilla o mes complicada per captar una bona part de la energia que li arriba, permet que els edificis aïllats siguin autònoms i que es generin la seva energia amb mes facilitat que els models mes compactes que es fan ombra entre ells. Avui amb edificis ben aïllats i amb la possibilitat de poder captar energia solar sense obstruccions importants, es mes senzill fer edificis de consum energètic casi zero amb un teixit urbà mes esponjat i que no es faci ombra un edifici amb l'altre.

Es obvi que l'aïllament tèrmic aporta una gran ajuda per tal de reduir el consum dels edificis i millorar el confort al seu interior. Però al moment de decidir quin gruix d'aïllament hem de posar, la resposta no es tan intuïtiva. Ponderant el preu de l'aïllament contra l'estalvi energètic i econòmic que comporta col·locar més gruix d'aïllament arribem a definir uns paràmetres i una corba optimitzada del cost de l'aïllament. A nivell econòmic trobem que per un edifici ocupat tot l'hivern en un clima com Lleida, extrapolable a moltes localitats, i amb una durada de vida de uns 30 anys com a mínim i amb el preu de l'energia d'avui, a nivell econòmic un gruix de uns 16 i 28cm es troba en el valor òptim. Molt lluny del que ens demanen les normatives actuals com el CTE-HE però molt pròxim als gruixos que s'utilitzen seguint estàndards europeus com el Minergie o la casa passiva. La directiva europea pel 2020 i el RT 2012 reglament tèrmic francès que entra en vigor al 2012 si que marquen valors pròxims als 20cm. Per la qual cosa encara que el nostre CTE-HE no ho requereix, a excepció d'algun cas molt particular, en norma general hauríem de pensar els nostres edificis en el nostre clima amb uns gruixos d'aïllament no inferiors als 14cm i que poden anar sense exagerar als 30cm. D'aquesta manera el consumidor en surt beneficiat ja que inverteix mínimament al moment de fer l'obra i li repercuteix amb un estalvi molt important a nivell econòmic els pròxims anys. Aquest bon aïllament permetrà també augmentar molt notòriament el confort de l'usuari durant l'hivern i també durant l'estiu.

A nivell energètic, la relació entre l'energia gris del aïllament i l'energia que l'aïllament evita que s'escapi, si s'utilitzen aïllants amb productes naturals, de poca energia gris o poca energia incorporada, els gruixos òptims a nivell energètic encara son molt mes grans que els econòmics.

- **La inèrcia tèrmica** és un altre paràmetre que intervé en el confort climàtic. En alguns moments es pot confondre entre aïllament i inèrcia tèrmica, durant un dia d'estiu, un espai es pot mantenir fresc per dos motius: o perquè esta ben aïllat i la calor no entra o perquè aquest espai té

molta inèrcia i la calor que entra queda esmorteïda i absorbida pels murs o l'envolvent pesat.

Una setmana freda d'hivern es refredarà més l'espai amb molta inèrcia i mal aïllat que un indret ben aïllat. L'exemple ben aïllat evitarà que es refredi, en canvi, l'espai amb molta inèrcia si no està aïllat s'anirà refredant poc a poc però després costarà molt de recuperar.

Un edifici amb poca inèrcia equival a un recipient petit que pot tenir fluctuacions de temperatura importants i cal vigilar i manipular de manera que es mantingui a la zona de confort el major temps possible.

En general un edifici amb una certa inèrcia és convenient per estabilitzar la temperatura. Cada material té les seves característiques físiques i, a partir d'allí, podem preveure el seu comportament.

Per fluctuacions diàries de la temperatura dia-nit amb un salt tèrmic notable, degut a la velocitat de penetració de la calor als materials, aquesta velocitat de penetració fa que amb variacions de 12 hores la calor no pot penetrar més d'una certa distància que oscil·larà entre uns 12cm per al bloc de formigó i 9cm per la fusta massissa. Per una oscil·lació dia-nit no serveix de res tenir més massa o gruix ja que no podrà estar activat perquè no tindrà temps d'entrar cap a dins l'ona de calor.

La inèrcia tèrmica més útil i activa es la formada per grans superfícies de poc gruix sense cap revestiment que les tapi i que impedeix que intercanviï amb l'ambient.

- Quan ja s'ha aconseguit reduir molt el consum d'energia durant l'ús del edifici, queda un factor molt important, i que sovint no es veu, que és l'energia incorporada als materials de construcció, o **l'energia gris**.

Els materials d'origen natural, com la fusta i l'aïllament de llana d'ovella o cotó, tenen uns valors d'energia gris molt més baixos que els altres materials degut a un procés de manufactura molt menys pesat i car.

Si podem construir amb materials, bona part dels quals siguin d'origen natural i a més a més que consumeixin poca energia durant l'ús, tindrem un tàndem que reduirà molt el consum d'energia global dels habitatges.

- En un entorn de muntanya, si analitzem tots els punts per on es consumeix energia, hi ha un sector important que és **el transport**. Resulta que el transport també s'emporta una part important de l'energia.

Per tenir un impacte sobre el consum general d'energia caldria incidir en el transport i l'alimentació que no es farà en aquest document

però sí que es comenta. Per tal de reduir el consum del transport s'hauria de produir un canvi d'hàbits i d'organització a més de millorar l'eficiència dels motors tèrmics dels vehicles.

Només el fet de fer estades d'una setmana o 10 dies en lloc de pujar i baixar cada cap de setmana representaria un gran estalvi energètic, i un estalvi de temps passat a les carreteres.

- Tot i així, tots els càlculs que es fan durant el document estan condicionats pels actes **dels usuaris**. Un bon ús de l'habitatge amb delicadesa i coneixement del comportament de l'edifici per l'usuari, pot contribuir a rebaixar el seu consum o pel contrari, un usuari poc atent, pel mateix confort i mateix ús, tindrà un consum d'energia molt major.

- **L'aigua**, com a recurs natural present però poc tractat, el considerem com un dels elements menys ben resolt actualment. Es consumeix, es recull i es llença. Creiem que es un dels temes que més queda per evolucionar i resoldre millor. Després de visites als refugis dels Alps on sembla que no els falta de res, resulta que l'aigua és dels pocs temes que han quedat per resoldre. Pot ser, i això no ho hem sabut ni hem tingut temps d'analitzar, que la problemàtica de l'aigua usada sigui el fet de barrejar-ho tot al mateix lloc.

Si a nivell biològic nosaltres separem dos tipus de residus, líquid i sòlid, perquè ho barregem tot i ho posem dins de l'aigua? Serà un tema a seguir estudiant.

4.- Exemples

Les experiències construïdes amb resultats del seu funcionament real son la millor manera per tal d'entendre com es pot realitzar obres que seguint els criteris i conceptes teòrics exposats durant la tesi, al materialitzar-se donin bons resultats.

És una part independent que té valor per si sol, i que dona sentit pràctic i alhora verifica i corrobora el fonament teòric.

És un recull d'obres tan a Suïssa com a Catalunya, de diversa tipologia, usos i situacions. Des de refugis d'alta muntanya fins a construccions a la plana.

A partir de la base teòrica científica i una observació de l'arquitectura o la manera de fer tradicional, aquesta tesi aprofita la experiència professional per dur a terme una recerca real i experimentació en casos concrets que es mesuren i monitoritzen per conèixer el seu funcionament real.

Aquest apartat és una recopilació d'experiències professionals en les que s'ha provat diferents estratègies responen a inquietuds i preguntes que es van posar inicialment. Aquestes respostes s'expliquen a través d'exemples concrets pensats i analitzats a posteriori amb l'usuari com a protagonista i avaluador de la satisfactorietat del resultat final.

Es divideixen dos blocs principals: el primer de projectes que intervenen sobre un substrat existent important, amb obres de rehabilitació o intervenció dins edificis existents, amb el principal interès de donar continuïtat històrica del lloc aplicant noves tècniques i procurant tenir un bon resultat cultural i eficient energèticament. El segon bloc d'obra nova que tracta edificis nous que ja es conceben amb l'objectiu de no consumir casi res d'energia i complaure les necessitats dels seus usuaris.

Una gràfica inicial combina tots els exemples segons la demanda energètica i la rigurositat del clima en el que es troben.

Una línia vermella senyala la poca exigència en matèria d'eficiència energètica del CTE-HE espanyol. Tots els projectes exposats són claríssimament molt més eficients que la normativa actual (any 2012).

Un argument de més per demostrar que sigui quin sigui l'ús, quin sigui el lloc és factible, necessari i reconfortant construir edificis o renovar-los amb uns altres criteris dels convencionals, i explicar els resultats de l'ús.

És molt poc corrent que una publicació expliqui a mes de com a quedat, de com s'ha fet com s'ha pensat com s'ha calculat, que expliqui com funciona. Ens serveix com a eina fiable per continuar innovant, pensant i perfeccionant segons les necessitats els futurs projectes.

5.2 - Conclusions personals

El treball de tesi va començar amb l'inici de la trajectòria professional lliberal. Els temes que s'han investigat al llarg d'aquest treball han sorgit de les inquietuds i preguntes durant el procés projectual o constructiu dels projectes reals i no de un entorn acadèmic.

Les reflexions, pensaments s'han acompanyat d'una experimentació directa a la obra i una comprovació immediatament posterior dels resultats de les proves.

Aquesta relació directa i pròxima en el espai i en el temps han permès que les bases teòriques que s'anaven validant amb la experiència anessin agafant solidesa, credibilitat i donin seguretat per prendre decisions amb coneixement dels possibles resultats.

Per aquest motiu bona part del contingut de la tesi està recolzat amb imatges, gràfiques d'edificis construïts i provats ja que han estat el medi i la metodologia per tal de verificar que el camí que es prenia era correcte.

Comença amb un anàlisi de la construcció tradicional i la seva manera de viure en dos llocs de muntanya que hem son pròxims, el Pirineu oriental i els Alps Suïssos, per haver-hi viscut i treballat als dos indrets.

Mirar l'arquitectura tradicional d'un lloc molt marcat per l'entorn, permet aprendre com els nostres avis, sense anar gaire mes lluny, eren hàbils per resoldre situacions relativament complicades de manera molt senzilla i amb els materials que tenien a la vora.

Aquesta eficàcia tan superior a qualsevol intervenció o acció que fem en la nostra societat d'avui, fa despertar aquesta mirada cap a la habilitat senzilla de la manera de fer, construir i viure dels nostres avant passats.

En aquesta situació actual de crisis del model econòmic i social, mirar cap a la tradició esdevé un gran puntal i guia ja que l'entorn, els materials i el clima al qual s'havien adaptat molt bé, no han evolucionat i els tenim avui gairebé idèntics que fa uns anys.

Aplicar la lògica i coherència dels principis de l'arquitectura tradicional que sabia aprofitar les avantatges de cada lloc i sabia protegir-se dels seus inconvenients, si ho sabem combinar amb les noves tècniques actuals, d'aïllaments, vidres,

tancaments o altres tècniques, en resulta un còctel molt capaç de fer o renovar, en el nostre cas, edificis de manera que mantinguin una relació directa amb el passat, ens hi sentim identificats però aporten un progrés a la tradició i gaudirem d'espais que donin vida als artesans locals i que no consumeixen res d'energia que no sigui renovable amb materials locals i de poca energia gris.

Poder tenir llocs confortables tot l'any a cost energètic zero i a cost econòmic reduït. Aquest es la nostra visió de futur i que tots els temes desenvolupats en aquesta tesi porten d'una manera o una altra cap a retrobar la coherència i eficiència local de la nostra societat i dels seus habitants.

Summary

The thesis work started with the beginning of the freelance professional career. The subjects investigated throughout this work came up of the worries and questions during the project design and building process of real and not academic projects.

The thoughts are being followed by a direct experimentation on the building site and a further verification of the test results.

This direct relationship in time and space has made possible that the theoretical basis that were being validated got experience, credibility and make feel confident to take decisions with the knowledge of the possible results.

For this reason, the major part of the thesis content is supported with images of real and tested buildings because they have been the methodology to verify that the way taken was the correct one.

It starts with an analysis of traditional construction and its way of life in two mountain places that are close to me because of being working and living there: the Eastern Pyrenees and Swiss Alps.

Observing the traditional architecture that is under the influence of the environment, let us know how our grandparents were able to solve difficult situations in an easy way and with the nearby materials.

This superior efficacy, compared to any action of our current society, awaken this view to the simple ability of the way of live and build of our ancestors.

In this economical and social crisis, looking at the tradition becomes a guide due to the environment; the materials and the climate are the same than years ago.

Applying the logic of traditional architecture principles, which knew to take advantage of each place and self-protect of its inconveniences, combined with new techniques of insulation, glass, windows or others, it results a mix able to build or refurbish buildings maintaining a direct relationship with the past but with a progress on energy consumption. We can achieve the zero consumption on no renewable energy with local building materials

with low embodied energy, providing work to the local artisans.

To be able to have comfortable places all the year with no energetic cost and very low economical expenses. This is our vision of the future and all of the subjects of this thesis try to find the local coherence and efficacy of our society and its inhabitants.

6 - BIBLIOGRAFIA

GEORGESCU-ROEGEN Nicholas. "La Décroissance entropie – écologie – économie" Lausanne 1979.

ITC Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya. "Soluciones constructivas para la rehabilitación de viviendas de alta montaña" Barcelona 1986.

KUR Friedrich. "L'Habitat écologique, Quels matériaux choisir?" 1998 München.

WRIGHT David. "Soleil, Nature, Architecture" traduction française: Pierre Bazan 1979
ISBN 0-442-29586-3.

Edit. Parenthèses. "natural solar architecture, a passive primer."

COLLARD.B – NIHOUL. A. – DE HERDE. A.– LESENS. N. "Guide d'aide à la rénovation bioclimatique" – 1996 Ministère de la Région Wallone – Université Catholique de Louvain.

FISCHER Roger. "L'art de restaurer une maison paysanne" 1966 Paris Hachette.

Actes des Colloques de la Direction du Patrimoine. Ministère culture Francophonie. "Le bois dans l'architecture" Palais de Congrès de Rouen novembre 1993.

HERZOG Thomas, VOLZ Michael, NATTERER Julius, WINTER Wolfgang, SCHWEITZER Roland. "Construire en bois" Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. 3ème édition 2005.

FERNANDEZ. "Arquitectura tradicional española" .

ROULET Claude-Alain. "Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments" Presses Polytechniques et Universitaires Romandes 2004 Collection Gérer l'Environnement 22.

Server d'acció Comarcal. "Pla comarcal de muntanya del Pallars Sobirà 1995-1999" *Departament de Política Territorial de la Generalitat de Catalunya*. Barcelona.

SABARTÉS I GUIXERS, Joseph Maria. "L'Èxode Pallarès crisi demogràfica i davallada poblacional als Pallars i a l'Alta Ribagorça, 1857-1991".

Departament de Política Territorial de la Generalitat de Catalunya. "Avantprojecte del pla territorial del Pirineu". 2005.

www.meteocat.net . Servei Meteorològic de Catalunya.

Institut Cartografic de Catalunya. ICC.

VITTONÉ René. "Bâtir" Presses Polytechniques et Unniversitaires Romandes.

KOENIGSBERGER O. H. "Manual of Tropical Housing and Building" Part one: Climatic design. 1973. Ed.Longman.

PONS X. "Estimación de la Radiación Solar a partir de modelos digitales de elevaciones. Propuesta metodológica". 1996. A: VII Coloquio de Geografía Cuantitativa, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Juaristi, J. i Moro, I. (eds.) Vitoria-Gasteiz.

NINYEROLA M, PONS X, ROURE J.M. "A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques". 2000. *International Journal of Climatology*, 20, 1823-1841.

RAYMOND Denyse. "Les maisons rurales du canton de Vaud" tome 2, préalpes-chablais-lavaux édité par la société suisse des traditions populaires Basilea 2002.

MARTIN Schuler, HUISSOUD Thérèse, STOFER Suzanne, JEMELIN Christophe. "Atlas structurel de la Suisse", Office fédéral de la statistique, NZZ-Verlag, Zurich, 1997.

ROIGÉ Xavier, ESTRADA Ferran, BELTRAN Oriol. "La casa aranesa, Antropologia de l'arquitectura de la Val D'Aran ", Garsineu edicions Tremp 1997.

KRUGER Fritz traducció de CAMPILLO Xavier. "Los Altos Pirineos" vol. I comarcas casa y hacienda Garsineu edicions 1995.

Conseil d'architecture urbanisme et environnement des Hautes. "Les granges foraines dans les Hautes-Pyrénées " – Pyrénées.

SANLLEHY M. Angels, BRINGUÉ Josep M., MIKES Tündee, PUIGVERT Joaquim M. ROIGÉ Xavier, ESTRADA Ferran, VELTRAN Oriol, CUROS Joan, MUNTADAS Montserrat, LLAGOSTETRA Santi, REGUART Joan, RABÉS Xavier, BAYONA Lluís, RIPELL Ramon. "la casa al Pirineu Evolució, arquitectura i restauració". edicions BRAU 2011.

KÄMPF J., MONTAVON M., BUNYESC J., BOLLIGER R., ROBINSON D. "Optimisation of buildings" daylight availability. Solar Energy 84(4) p. 596-603 (2010) Presented at: CISBAT 2007, Lausanne, 4-5 September 2007 Published in: CISBAT 2007, p. 469-473 Lausanne: EPFL, 2007.

MIGUEL Pedro, RIVERA Bernad, CASTELLANOS AÑATE Jose M. "Pueblos deshabitados del alto Aragon, estudio de la comarca de sobrarbe", Publicación del colegio oficial de arquitectos de Aragón.

LAUREANO Pietro. "La força innovadora de la tradició" revista DAU 25 apilar versus trenar, pag. 25-35 coac Lleida 2005.

CUCHÍ Albert. Las claves de la sostenibilidad (introducció) pàg 17-24 Toni Solanas Vivienda y sostenibilidad en España 2007 Gustavo Gili.

SERRA R. 'Les energies a l'arquitectura'. (2001). 4a ed. Barcelona: Edicions UPC.

SERRA R, COCH H. "El disseny energètic a l'arquitectura". (1994). Barcelona: Edicions UPC.

SERRA R, COCH H. "Arquitectura y energia natural". (1995). Barcelona: Ediciones UPC.

"Arquitectura de muntanya", DAU [Lleida] núm. 30 i 31 (2008-2009).

"Apilar versus trenar", DAU [Lleida] núm. 24

NENGONI Jean Claude. "La construction écologique".

ROULET Claude-Alain. "Éco-confort, pour une maison saine et à consommation d'énergie".

« 16th international passive house conference 2012 » 4-5 may 2012 Hannover ISBN 978-3-00-037720-4.

ROULET Claude-Alain. "Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments".

ETH Zurich (ed.) "Nouvelle cabane du mont rose cas - un bâtiment en autarcie au cœur du massif alpin".

HEGGER Manfred, STARK Thomas, FUCHS Matthias, ZEUMER Martin. "Construction et énergie" architecture et développement durable.

"Energía (II)" TECTONICA. núm. 31. Instalaciones.

MEILI David, "Guide du musée suisse de l'habitat rural Ballenberg" edició 1986.

http://leso.epfl.ch/files/content/sites/leso/files/download/lectures/Bunyesc_2.12.11_summary.pdf

M.ANGELS SANLLEHY JOSEP M. BRINGUÉ JOAN CUROS... "la Casa al Pirineu, evolució arquitectura i restauració" edicions Grau 2011

FRÉDÉRIC KÜNZI "Le raccard du blé" edició Bibliothèque du musée . Praz de Fort 1998

Totes les imatges i gràfics del document són fetes o elaborades per l'autor, Josep Bunyesc, excloses les següents :

F 1 : "la casa al Pirineu Evolució, arquitectura i restauració". edicions BRAU 2011.

F 9, 68 : "La casa aranesa, Antropologia de l'arquitectura de la Val D'Aran ", Garsineu ed. Tremp 1997.

F 14, 94, 98, 105, 106, 107, 115, 118, 119, 162 : "Les maisons rurales du canton de Vaud" tome 2, préalpes-chablais-lavaux édité par la société suisse des traditions populaires Basilea 2002.

F 30, 177, 192, 373 : Institut Cartografic de Catalunya. ICC.

F66-67 : "Los Altos Pirineos" vol. I comarcas casa y hacienda Garsineu edicions 1995

F69 : "Les granges foraines dans les Hautes-Pyrénées " – Pyrénées.

F87, 143 : "Le raccard du blé" edició Bibliothèque du musée . Praz de Fort 1998

F 134 : "Construire en bois" Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

F 159-160 : Museu habitat rural Austria

F172-174 : Swissgeo

F178-179 : Googlemap

F199 : Foto de G. Barnola. Arxiu CEC

F203-205 : www.guimera.info

F232, 301 : Jean-Bernard Gay LESO EPFL

F235-236 : www.minergie.ch

F269-270 : www.glassx.ch

F282 : www.passivhaus.de

F290, 293 : Cours Dr J. Kämpf

F302-303 : meteocat

F315, 319-333 : Patrick Chiché

F337-340, 342-344 : Luis Marcos

F534-541, 547-548 : Maria Cristina Munari

F554-572 : "Nouvelle cabane du mont rose cas - un bâtiment en autarcie au cœur du massif alpin".

F573-575 : "Energía (II)" TECTONICA. núm. 31. Instalaciones

F638-641 : Xavier Goñy

7 - ANNEXES

lloc AGUIRO A CASA FRARE Projecte 2 HABITATGES SOTACOBERTA

dies calefacció 180 data 10/06/2008

clima E1

MODEL CONSTRUCTION CTE-HE 2007

CTE-HE-07

energie grise

MJ/m2

kWh/m2

ELEMENT	Composition	epaisseur	valeur W/m2-K	valeur U W/m	densité kg/m3	NRE MJ/kg	energi envelope	ener.grise
COBERTA				0,26		toit	553,65	153,79
	int		valor limit	0,04				
	bois sapain	0,02	0,150	0,10	450	8,6	58,05	16,13
	isolation poli	0,14	0,040	3,50	30	90	378	105,00
	fusta pi	0,02	0,150	0,10	2400	0,7	25,2	7,00
	pissarra	0,02	0,440	0,05	1400	3,3	92,4	25,67
	ext.		valor limit	0,13				
							MJ/m2	kWh/m2

MUR FAÇANES

0,09

	int		valor limit	0,04				
	plaitre	0,015	0,58	0,03	1000	0,7	10,5	2,92
	brique	0,1	0,44	0,23	1400	3,3	462	128,33
	0	0	0,1	0,00	0		0	0,00
	aillant	0,39	0,036	10,83	30	70	819	227,50
	pedra	0,1	0,44	0,23	1400	3,3	462	128,33
	mortier crepis	0,015	1,000	0,02	1800	1,4	37,8	10,50
	ext		valor limit	0,13				
								kWh/m2

	U	ΔT	dies us any	anys	energia perduda kWh total	energia perduda kWh total	energia gris aillant kWh	energia total
			14	130	2		1 6,50	
gruix aillant								
3	0,67	14	130	2	58,53	58,53	19,50	78,03
6	0,43	14	130	2	37,56	37,56	39,00	76,56
9	0,32	14	130	2	27,96	27,96	58,50	86,46
12	0,25	14	130	2	21,84	21,84	78,00	99,84
15	0,21	14	130	2	18,35	18,35	97,50	115,85
18	0,18	14	130	2	15,72	15,72	117,00	132,72
21	0,15	14	130	2	13,10	13,10	136,50	149,60
24	0,14	14	130	2	12,23	12,23	156,00	168,23
27	0,12	14	130	2	10,48	10,48	175,50	185,98
30	0,11	14	130	2	9,61	9,61	195,00	204,61
33	0,1	14	130	2	8,74	8,74	214,50	223,24
36	0,09	14	130	2	7,86	7,86	234,00	241,86
39	0,09	14	130	2	7,86	7,86	253,50	261,36
42	0,08	14	130	2	6,99	6,99	273,00	279,99

hipotesis

	14	150	30	0,15
	14	80	30	0,15
	16	150	30	0,15
	10	150	30	0,15
	14	150	60	0,15
				0,15
segona resid	14	12	30	0,15
	14	150	30	0,25
	14	80	30	0,25
	10	150	30	0,25
	16	150	30	0,25
	14	150	60	0,25
				0,25
segona resid	14	12	30	0,25
CTE	14	130	2	

Calculs pel punt 3,2,1 OPTIMITZACIÓ DEL GRUIX DEL AILLAMENT

SEGONS HIPOTESIS DE TEMPERATURA GRUIXOS I DIES DE UTILITZACIÓ DEL EDIFICI PER UN m2.

QUADRE RESUM

ENERGIA GRIS DELS MATERIALS

PRODUCTES	MJ/Kg	Kg CO2/Kg	kWh/Kg	kWh/1cm gruix m2	GRUIX OPTIM A 2 ANYS EN cm
Poliestirè expandit	117,00	17,27	32,50	6,50	6
Poliuretà projectat	70,00	10,33	19,44	3,89	
Fibra de vidre (opció 1)	50,00	1,45	13,89	11,11	3
Fibra de vidre (opció 2)	32,00	1,60	8,89	7,11	
Llana de roca	22,32	1,41	6,20	4,96	6
Llana mantell bórax	17,26	1,76	4,79	0,96	
Llana mantell perimetrina	13,90	1,59	3,86	0,77	21
Llana floc bórax	10,01	0,85	2,78	0,56	
Llana floc perimetrina	6,65	0,68	1,85	0,37	27
Multifibra floc bórax	7,89	1,02	2,19	0,44	
Suro	3,94	0,24	1,09	0,22	36

gruix que energèticament retorna amb dos anys de us de calefacció segons la energia gris del aïllament com més gruix vol dir que a partir de dos anys ja has amortitzat la energia gris invertida en el material

CLACUL CONSUM AIGUA EN SEGONES RESIDENCIES A MONTCORTES:

En rehabilitació d'edificis existents segons normativa local de 100m2 construïts mínims per habitatge, i suposant 2 habitatges superposats, o habitatges a dos nivells en resulta com a mínim 50m2 de coberta per habitatge.

segons estadístiques, l'ocupació d'habitatges de segona residència no supera el 30 dies anuals.

i hi hauria suposadament 3 persones per habitatge.

cnts a manipular segons el cas.

exemple casa el sastre montcortés. 3 habitatges ocupació 8 persones

9	num. Persones
25	dies anuals ocupats
112	m2 coberta
600	litres/m2 precipitació anual
160	litres.persona i dia CONSUM

2000 capacitat diposit

CONSUM LITRES ANUALS

35840 LITRES ANUALS CONSUMITS

RECOLLIDA D'AIGUA DE PLUJA

65188 LITRES ANUALS RECOLLITS

-6541 LITRES QUE FALTEN PER SIMULTANEITAT

35889 LITRES QUE SOBREN ANUALMENT DEL EDIFICI

48000 **80,00** m2 De coberta per persona abasteixen una ocupació de 300 dies anuals

aquest període pot coincidir amb l'estada de 12 dies de tots els ocupants.

8 persones 12 dies a 160litres per dia son **15360** litres que cal tenir de reserva

en caps de setmana hivern, gener febrer 3-7 litres, si son extrems 50 dies sense pluja,

si ocupen la casa cada 2 caps de setmana 50 dies son 8 dies 8 persones resulta 4000 Litres diposit

cas promig

	gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des	any
ocupacio dies person:	18	18	9	9	9	5	14	90	9	9	18	16	224
litres consum	2880	2880	1440	1440	1440	800	2240	14400	1440	1440	2880	2560	35840
pluja	37	5	37	73	70	38	42	55	66	50	54	53	
m2 recollit	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	
litres recollits	4163	612	4178	8172	7870	4263	4719	6126	7433	5649	6097	5906	65188
diposit cap	2000	2000	0	2000	2000	2000	2000	2000	0	2000	2000	2000	
situac diposit	3283	-268	2738	8732	8430	5463	4479	-6274	5993	6209	5217	5346	-6541

El pitjor any poden faltar 15000 litres que caldra consumir de l'aigua de la xarxa

L'any regular es consumiran de la xarxa 4700litres el mes d'agost. Amb un estalvi

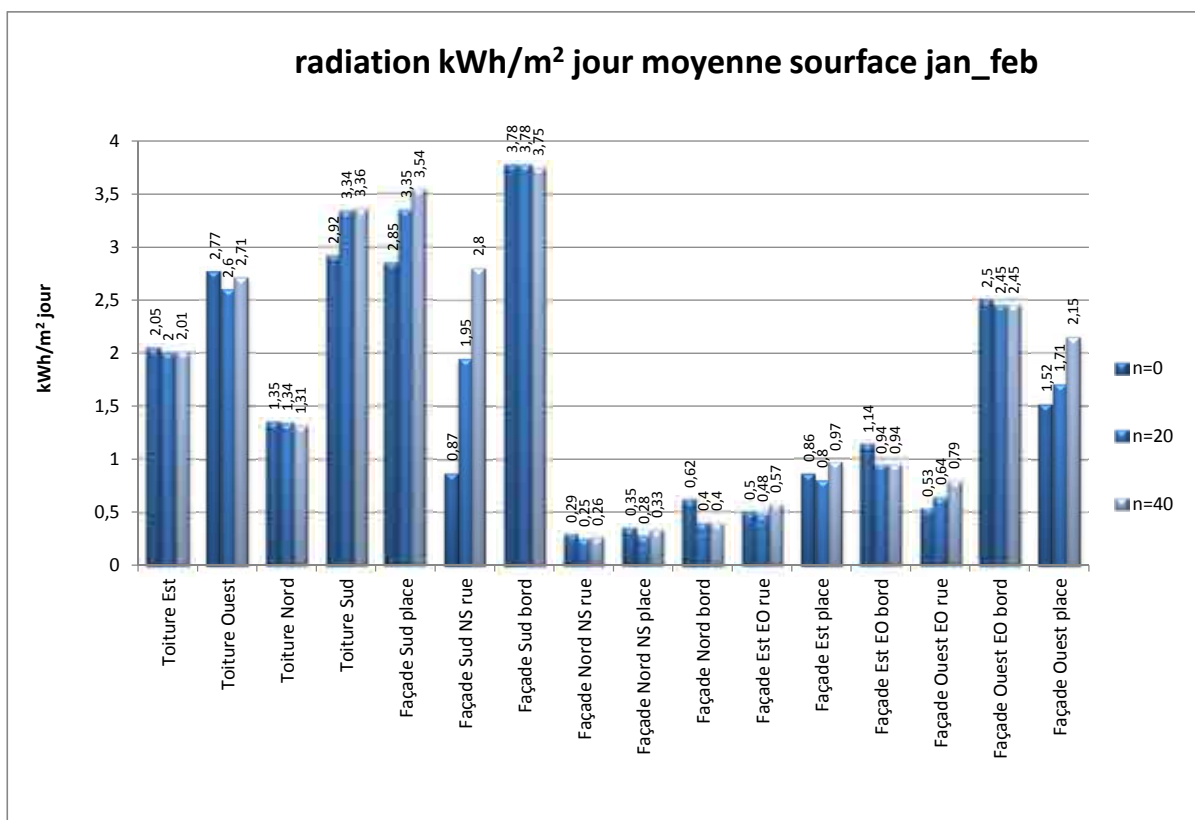
realment dels 32000 litres consumits en faltaria uns 5000 litres, la qual cosa

amb diposit de 2000 litres s'estalvien anualment 27000 litres

el 81% del aigua consumida seria de la pluja en anys regulars i ocupacio segons la estimada

jan_feb n0 radiacio solar kW/m2 mig per superficie i dia del periode

edifici	columna	superficie	n0 radio	altra rad	columna	n20	n40
9_3	31316	Toiture Est	2,05			2	2,01
9_3	31232	Toiture Ouest	2,77			2,6	2,71
11_1	16202	Toiture Nord	1,35			1,34	1,31
11_1	16272	Toiture Sud	2,92	3,26	14524	3,34	3,36
4_3/5_3/6_3	14588	Façade Sud place	2,85			3,37 3,35 2,77	3,57 3,54 3,11
5_9/6_9	18249	Façade Sud NS rue	0,87			1,95 2,05	2,8 2,85
5_11	15225	Façade Sud bord	3,78			3,78	3,75
5_2	1440	Façade Nord NS rue	0,29	0,22	5_10	0,25 4	0,26
5_6/6_6	17200	Façade Nord NS place	0,35			0,33 0,28	0,33 0,27
5_1/4_1	11556	Façade Nord bord	0,62			0,4 0,4	0,4
2_4/2_7	6480	Façade Est EO rue	0,5			0,48 0,55	0,57 0,64
6_4/6-5/6-6	16816	Façade Est place	0,86	0,66	0,39	0,96 0,8 0,5	1,03 0,97 0,65
1_4	2480	Façade Est EO bord	1,14			0,94	0,94
1-4/9_4	26356	Façade Ouest EO rue	0,53			0,65 0,64	0,79
11_4	31572	Façade Ouest EO bord	2,5			2,45	2,45
3_4/3_5/3_6	8792	Façade Ouest place	1,52			2 1,71 1	2,3 2,15 1,34



TAULES RESUM DE LES DADES EXTRETES DE LES SIMULACIONS RADVIEW AL LESO A Lausanne SEGONS EL MODEL URBÀ I LES RADIACIONS REBUDES SEEGONS CADA PLA I DURANT EL GENER I FEBRER

jul_ago radiacio solar kW/m2 mig per superficie i dia del periode

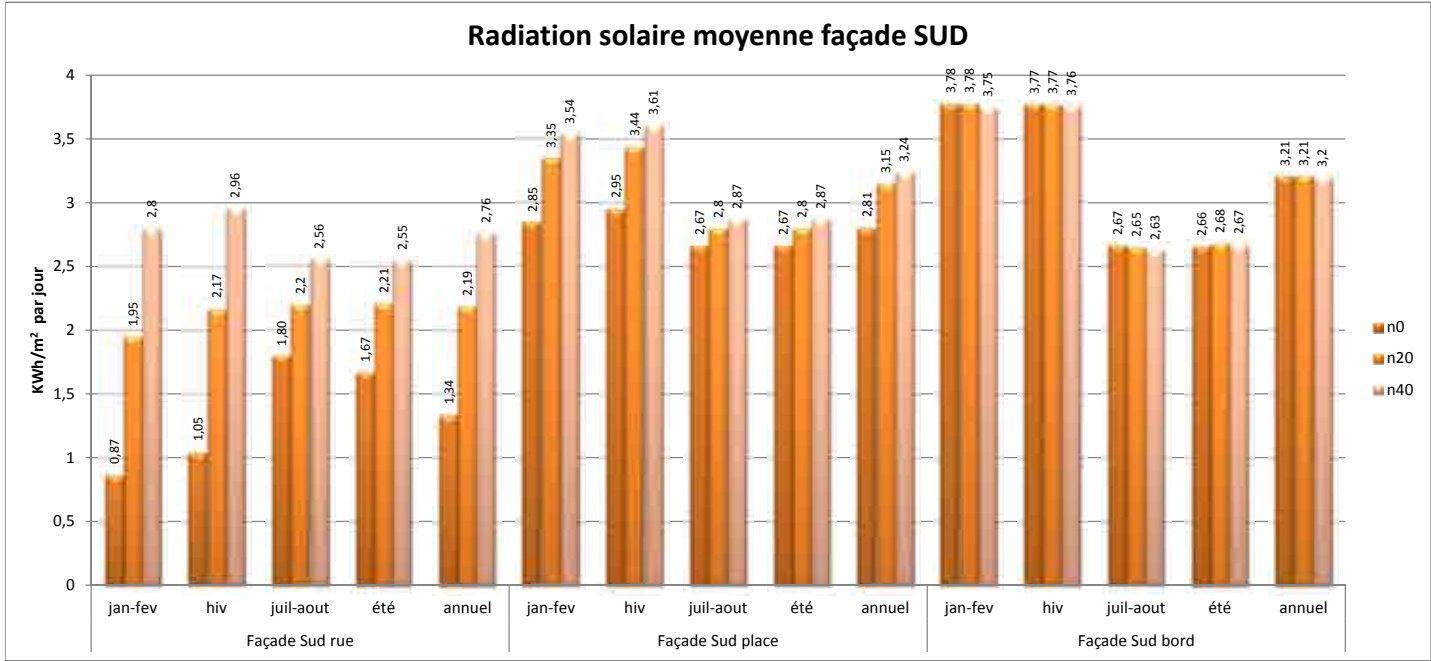
edifici	columna	superficie	n0 radicio	altra rad	columna	n20			n40		
9_3	31316	coberta Est	5,52				5,59			5,39	
9_3	31232	coberta Oest	6,41				6,8			6,48	
11_1	16202	coberta nord	5,81				5,74			5,46	
11_1	16272	coberta sud	5,98				6,58			6,52	
4_3/5_3/6_3	14588	façana sud plaça	2,67			2,7	2,8	2,56	2,77	2,87	2,67
5_9/6_9	18249	façana sud NS carrer	1,80				2,2	2,2		2,56	2,56
5_11	15225	façana sud inici poble	2,67				2,65			2,63	
5_2	1440	façana nord NS carrer	0,89				0,57	0,57		0,49	
5_6/6_6	17200	façana nord NS plaça	0,91			0,91	0,92	0,74	0,86	0,89	0,72
5_1/4_1	11556	façana nord fi model	2,03				1,45	1,43		1,4	1,44
2_4/2_7	6480	façana est EO carrer	1,19			1,13	1,27			1,2	1,3
6_4/6-5/6-6	16816	façana est Plaça	2,13			2,11	2,08	1,85	2,17	2,25	1,91
1_4	2480	façana est EO inici poble	2,71				2,2			2,22	
1-4/9_4	26356	façana Oest EO carrer	1,66			1,13	1,54			1,57	
11_4	31572	façana Oest EO FI POBLE	5,26				4,91				
3_4/3_5/3_6	8792	façana oest Plaça	3,69			3,58	3,7	3,36	3,53	3,65	3,31

annuel radiació solar kW/m2 mig per superfície i dia del període

edifici	columna	superfície	n0 ràdio	altra ra	n20			n40		
					columna					
9_3	31316	coberta Est	3,72			3,65			3,6	
9_3	31232	coberta Oest	4,70			4,6			4,42	
11_1	16202	coberta nord	3,28			3,37			3,22	
11_1	16272	coberta sud	4,23			4,82			4,84	
4_3/5_3/6_3	14588	façana sud plaça	2,81		3,09	3,15	2,67	3,19	3,24	2,9
5_9/6_9	18249	façana sud NS carrer	1,34		2,12	2,19		2,75	2,76	
5_11	15225	façana sud inici poble	3,21			3,21			3,2	
5_2	1440	façana nord NS carrer	0,57			0,4			0,37	
5_6/6_6	17200	façana nord NS plaça	0,59			0,5		0,59	0,48	
5_1/4_1	11556	façana nord fi model	1,26		0,88	0,88		0,85	0,87	
2_4/2_7	6480	façana est EO carrer	0,83		0,76		0,86	0,83	0,92	
6_4/6-5/6-6	16816	façana est Plaça	1,42		1,44	1,46	1,12	1,55	1,55	1,22
1_4	2480	façana est EO inici poble	1,89			1,53			1,53	
1-4/9_4	26356	façana Oest EO carrer	0,99		1,08	1,08		1,16		
11_4	31572	façana Oest EO FI POBLE	3,73			3,55				
3_4/3_5/3_6	8792	façana oest Plaça	2,53		2,69	2,67	2,09	2,82	2,84	2,84

TAULES RESUM DE LES DADES EXTRETES DE LES SIMULACIONS RADVIEW AL LESO A Lausanne SEGONS EL MODEL URBÀ I LES RADIACIONS REBUDES SEEGONS CADA PLA DE MITJA ANUAL

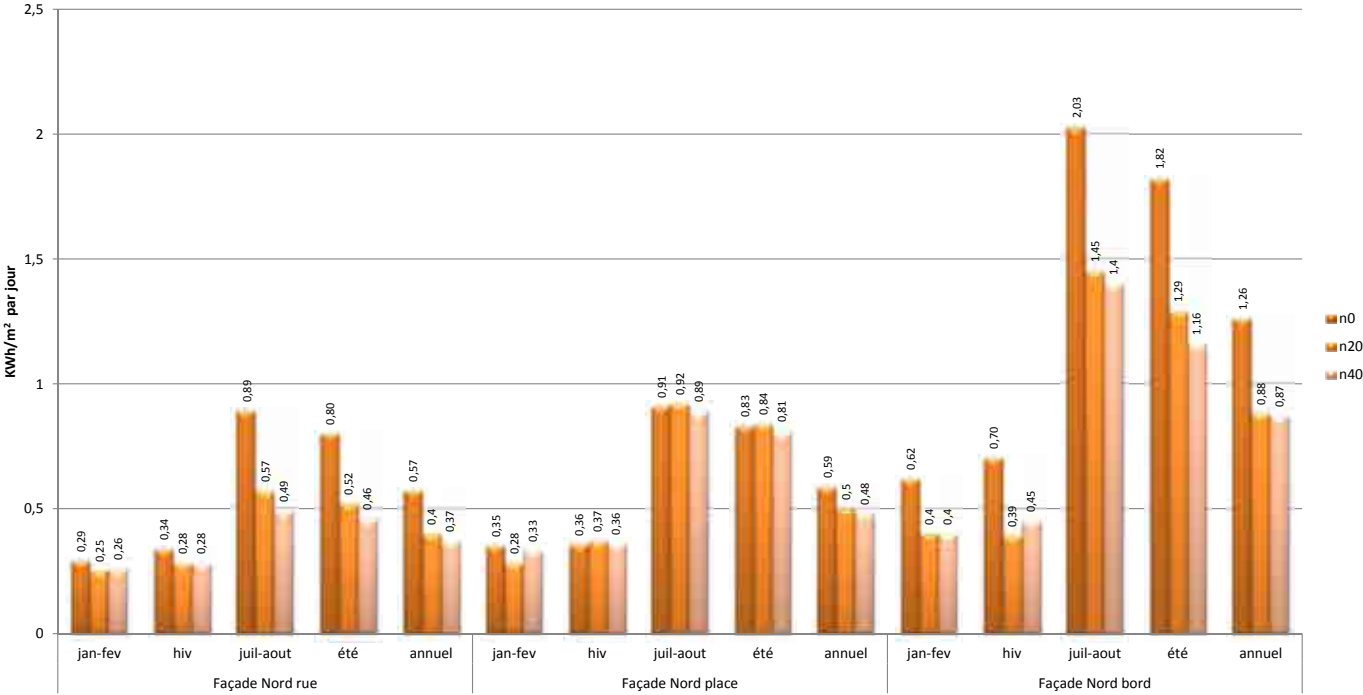
		n0	n20	n40
Façade Sud rue	jan-fev	0,87	1,95	2,8
	hiv	1,05	2,17	2,96
	juil-aout	1,80	2,2	2,56
	été	1,67	2,21	2,55
	annuel	1,34	2,19	2,76
Façade Sud place	jan-fev	2,85	3,35	3,54
	hiv	2,95	3,44	3,61
	juil-aout	2,67	2,8	2,87
	été	2,67	2,8	2,87
	annuel	2,81	3,15	3,24
Façade Sud bord	jan-fev	3,78	3,78	3,75
	hiv	3,77	3,77	3,76
	juil-aout	2,67	2,65	2,63
	été	2,66	2,68	2,67
	annuel	3,21	3,21	3,2



TAULES RESUM DE LES DADES EXTRETES DE LES SIMULACIONS RADVIEW AL LESO A Lausanne SEGONS EL MODEL URBÀ I LES RADIACIONS REBUDES A LA FAÇANA **SUD** EN DIFERENTS CASOS I EPOQUES DEL ANY

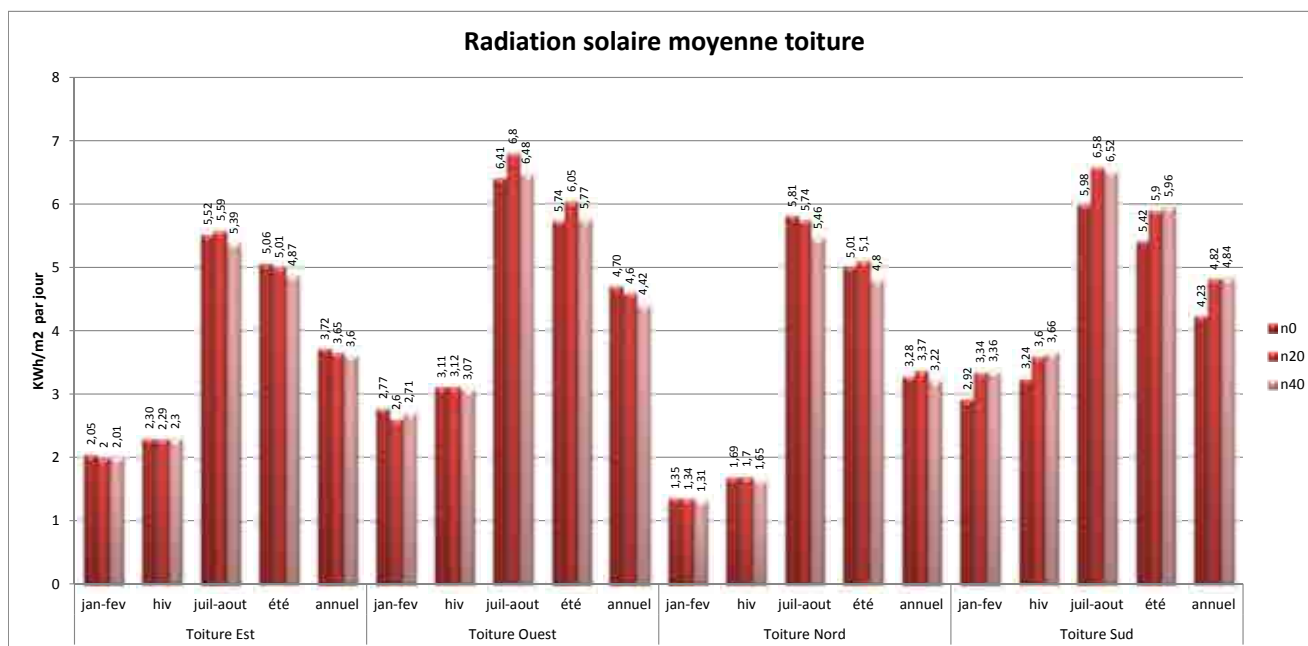
		n0	n20	n40
Façade Nord rue	jan-fev	0,29	0,25	0,26
	hiv	0,34	0,28	0,28
	juil-aout	0,89	0,57	0,49
	été	0,80	0,52	0,46
	annuel	0,57	0,4	0,37
Façade Nord place	jan-fev	0,35	0,28	0,33
	hiv	0,36	0,37	0,36
	juil-aout	0,91	0,92	0,89
	été	0,83	0,84	0,81
	annuel	0,59	0,5	0,48
Façade Nord bord	jan-fev	0,62	0,4	0,4
	hiv	0,70	0,39	0,45
	juil-aout	2,03	1,45	1,4
	été	1,82	1,29	1,16
	annuel	1,26	0,88	0,87

Radiation solaire moyenne façade NORD



TAULES RESUM DE LES DADES EXTRETES DE LES SIMULACIONS RADVIEW AL LESO A Lausanne SEGONS EL MODEL URBÀ I LES RADIACIONS REBUDES A LA FAÇANA **NORD** EN DIFERENTS CASOS I EPOQUES DEL ANY

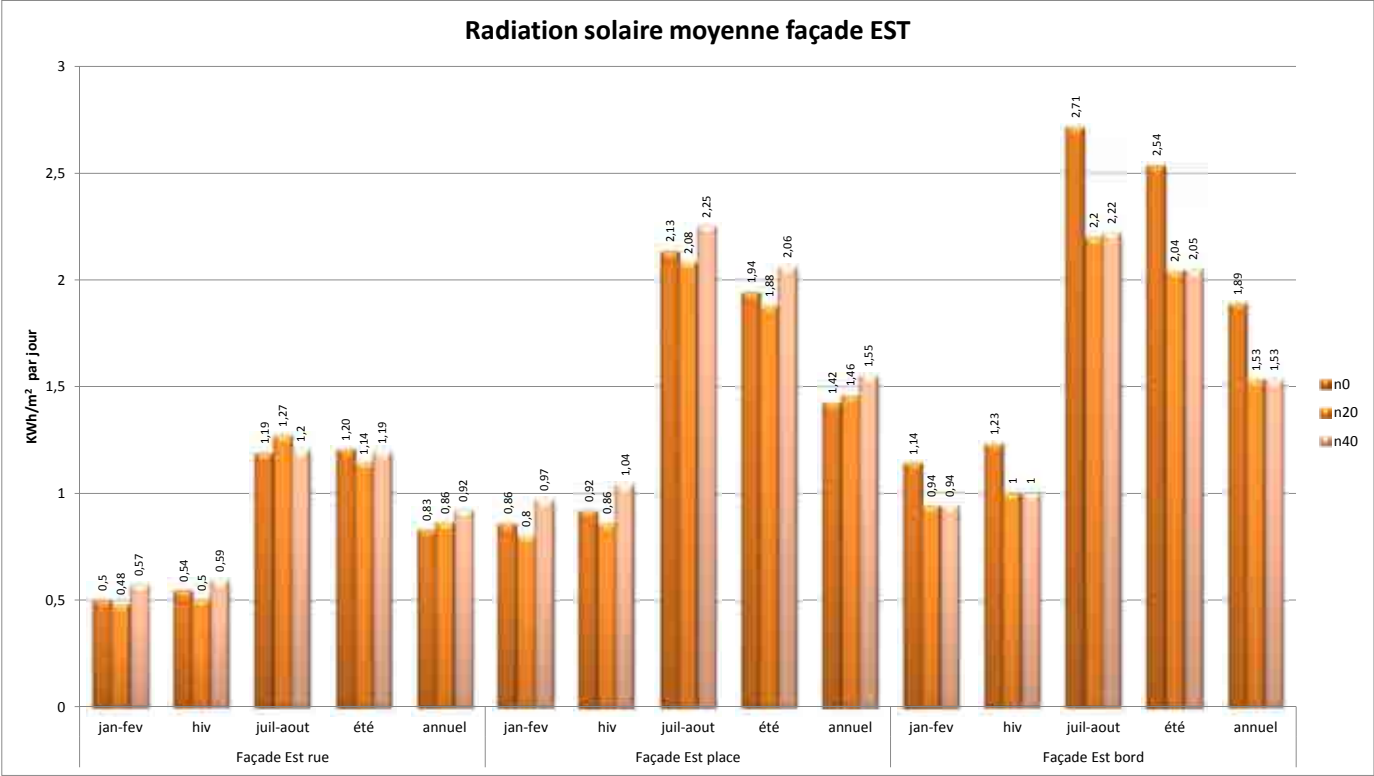
		n0	n20	n40
Toiture Est	jan-fev	2,05	2	2,01
	hiv	2,30	2,29	2,3
	juil-aout	5,52	5,59	5,39
	été	5,06	5,01	4,87
	annuel	3,72	3,65	3,6
Toiture Ouest	jan-fev	2,77	2,6	2,71
	hiv	3,11	3,12	3,07
	juil-aout	6,41	6,8	6,48
	été	5,74	6,05	5,77
	annuel	4,70	4,6	4,42
Toiture Nord	jan-fev	1,35	1,34	1,31
	hiv	1,69	1,7	1,65
	juil-aout	5,81	5,74	5,46
	été	5,01	5,1	4,8
	annuel	3,28	3,34	3,22
Toiture Sud	jan-fev	2,92	3,34	3,36
	hiv	3,24	3,6	3,66
	juil-aout	5,98	6,58	6,52
	été	5,42	5,9	5,96
	annuel	4,23	4,82	4,84



TAULES RESUM DE LES DADES EXTRETES DE LES SIMULACIONS RADVIEW AL LESO A Lausanne SEGONS EL MODEL URBÀ I LES RADIACIONS REBUDES A LA COBERTA EN DIFERENTS CASOS I EPOQUES DEL ANY

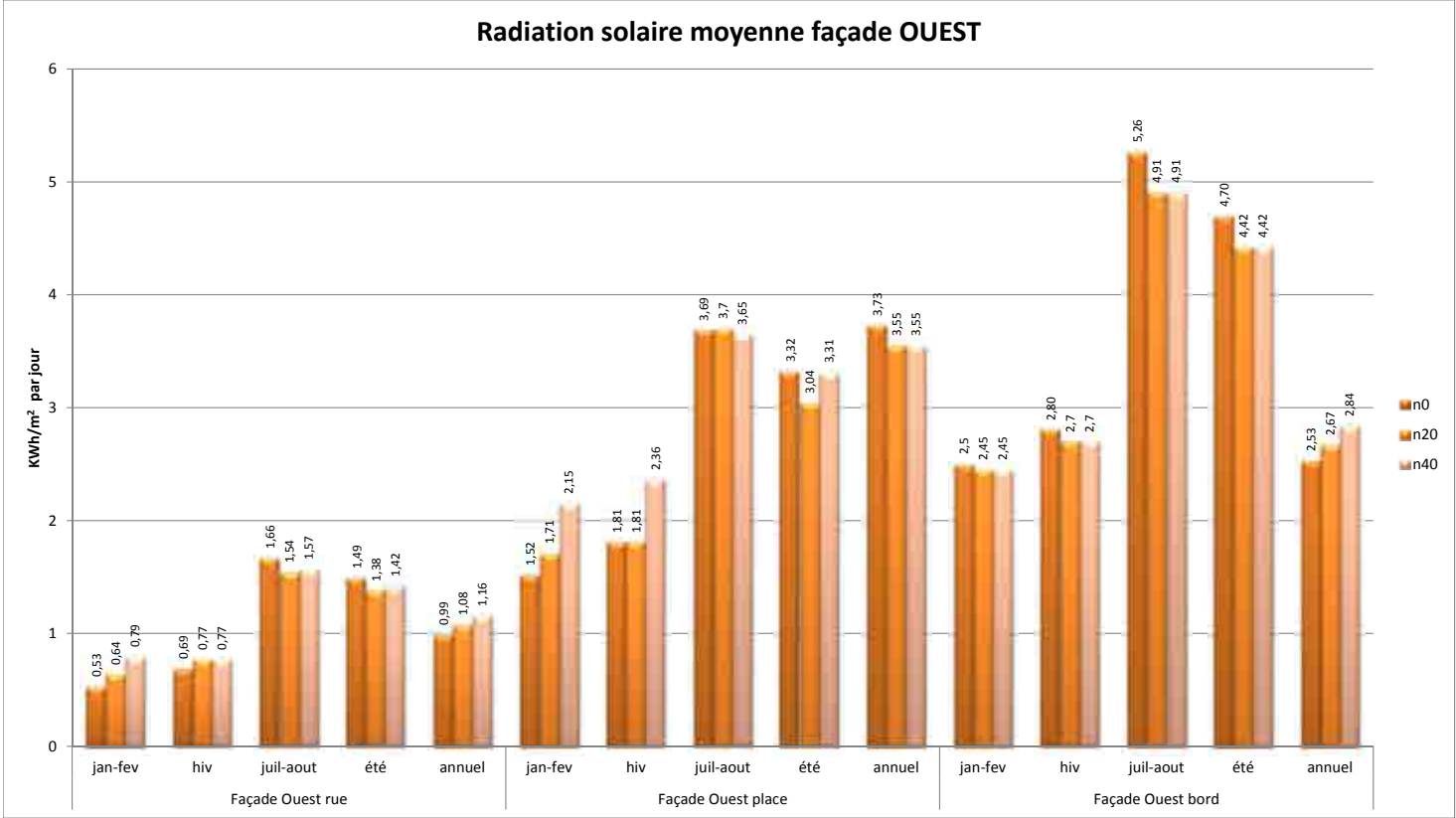
	n0	n0	n0	n0	n0	n20	n20	n20	n20	n20	n40	n40	n40	n40	n40
	jan-fev	hiv	jul-ago	été	annuel	jan-fev	hiv	jul-ago	été	an	jan-fev	hiv	jul-ago	été	an
Façade Est rue	0,5	0,54	1,19	1,20	0,83	0,48	0,5	1,27	1,14	0,86	0,57	0,59	1,2	1,19	0,92
Façade Est place	0,86	0,92	2,13	1,94	1,42	0,8	0,86	2,08	1,88	1,46	0,97	1,04	2,25	2,06	1,55
Façade Est bord	1,14	1,23	2,71	2,54	1,89	0,94	1	2,2	2,04	1,53	0,94	1	2,22	2,05	1,53

		n0	n20	n40
Façade Est rue	jan-fev	0,5	0,48	0,57
	hiv	0,54	0,5	0,59
	jul-aout	1,19	1,27	1,2
	été	1,20	1,14	1,19
	annuel	0,83	0,86	0,92
Façade Est place	jan-fev	0,86	0,8	0,97
	hiv	0,92	0,86	1,04
	jul-aout	2,13	2,08	2,25
	été	1,94	1,88	2,06
	annuel	1,42	1,46	1,55
Façade Est bord	jan-fev	1,14	0,94	0,94
	hiv	1,23	1	1
	jul-aout	2,71	2,2	2,22
	été	2,54	2,04	2,05
	annuel	1,89	1,53	1,53



TAULES RESUM DE LES DADES EXTRETES DE LES SIMULACIONS RADVIEW AL LESO A Lausanne SEGONS EL MODEL URBÀ I LES RADIACIONS REBUDES A LA FAÇANA **EST** EN DIFERENTS CASOS I EPOQUES DEL ANY

		n0	n20	n40
Façade Ouest rue	jan-fev	0,53	0,64	0,79
	hiv	0,69	0,77	0,77
	juil-aout	1,66	1,54	1,57
	été	1,49	1,38	1,42
	annuel	0,99	1,08	1,16
Façade Ouest place	jan-fev	1,52	1,71	2,15
	hiv	1,81	1,81	2,36
	juil-aout	3,69	3,7	3,65
	été	3,32	3,04	3,31
	annuel	3,73	3,55	3,55
Façade Ouest bord	jan-fev	2,5	2,45	2,45
	hiv	2,80	2,7	2,7
	juil-aout	5,26	4,91	4,91
	été	4,70	4,42	4,42
	annuel	2,53	2,67	2,84



TAULES RESUM DE LES DADES EXTRETES DE LES SIMULACIONS RADVIEW AL LESO A Lausanne SEGONS EL MODEL URBÀ I LES RADIACIONS REBUDES A LA FAÇANA **OEST** EN DIFERENTS CASOS I EPOQUES DEL ANY

Publicacions i ponències principals dels últims anys fetes per Josep Bunyesc relacionades amb el contingut de la tesi doctoral que desenvolupa:

Articles publicats:

Exemple de rehabilitació del patrimoni als Pirineus. REHABIMED 2007 1era conferència regional euro Mediterrània.

exemple construït en clima mediterrani continental conferència *INTERNATIONAL PASSIVE HOUSE CONFERENCE 2012 Hannover* 4 maig 2012

Optimization of buildings daylight availability. CISBAT 2007 amb J. H. Kämpf M. Montavon R. Bolliger LESO

Optimization of buildings' solar irradiation availability J. H. Kämpf M. Montavon R. Bolliger D. Robinson J. Bunyesc LESO *SOLAR ENERGY* ISES volume 84 a abril 2010 issn 0038-092x

revista AU Arquitectura e Urbanismo nº 212 novembre 2011 Article *Força passiva Brasil*

Habiter un grenier AVIVRE, nº48 maig 2009 revista periòdica d'arquitectura Francesa

Capsa habitable, a la revista DAU Debats d'Arquitectura i Urbanisme nº30-31 editada pel Col·legi d'Arquitectes de Catalunya demarcació de Lleida.

Tradició o maquillatge, a la revista DAU Debats d'Arquitectura i Urbanisme nº30-31 editada pel Col·legi d'Arquitectes de Catalunya demarcació de Lleida.

Reportage maison passive en Espagne a la revista Écomaisonsbois & énergies renouvelables novembre 2010 França

dominical de LA VANGUARDIA 2 gener 2011 *Madera acogedora y eficiente*, Article a la revista magazine,

Progettazione Tecniche & Materiali agost 2011 Italia Reportatge de la casa *Arboretum*

As novas casas passivas Reportatge amb diversos edificis passius, entre els quals Arboretum a la revista Climatização nº77 setembre-octubre 2011 Portugal

Casa passiva no clima Mediterrânico Reportatge sobre la casa Arboretum a la revista Climatização nº78 novembre-desembre 2011 Portugal

guia de Edificios Residenciales de Alta Calificación Energética e integración de energías renovables. Editat per la Fundacion HABITEC l'any 2011 *Casa unifamiliar Lleida*

Conferencies principals:

Ponent a la conferència del **INTERNATIONAL PASSIVE HOUSE CONFERENCE 2012 Hannover** sobre exemple construït en clima mediterrani continental 4 maig 2012

Ponent en conferència a Lausana EPFL (Suïssa) 2 desembre 2011 **L'Adaptation au lieu de l'architecture vernaculaire dans les régions de montagne avec les nouvelles techniques constructives, combinaison parfaite prouvée pour construire ou rénover des bâtiments performants**

Ponent en conferència al III congrés espanyol PASSIVE HOUSE a Segovia 4 novembre 2011

Ponent a la 2ona conferència Espanyola de cases passives a Sant Sebastian octubre 2010

Distincions:

2012 : Premis Nacionals de Cultura : ARQUITECTURA I ESPAI PÚBLIC

Pel seu esperit emprenedor i innovador en construccions sostenibles, amb projectes d'arquitectura domèstica adequada a les condicions climatològiques, que li han valgut reconeixements internacionals. Ha excel·lit en la rehabilitació de construccions tradicionals dels Pirineus, com refugis, allotjaments rurals o pallers, que ha transformat en habitatges bioclimàtics i de baix consum. És rellevant la Casa Passiva Arboretum, amb estructura de fusta aïllant i llana d'ovella, i la construcció passiva modular transportable Noem, amb control de les emissions de CO2 en tots els processos i materials, que ha guanyat el 1er Premi Europeu de l'Esperit Emprenedor de la Unió Europea.
<http://www.conca.cat/ca/premis/llistat-premis?categoria=anys&filtre=2012>

2012 : 1º Premi Europeu del Esperit Emprenedor de la Unió Europea (UE), per la seva proposta de "construcció sostenible" NOEM 2012:

2011 : 1º Premi en el 1º CONCURSO IBEROAMERICANO PASSIVHAUS :

http://www.plataforma-pep.org/conferenciaPH_concurso.php

2010 : Premi Ignasi Miquel arquitectura jove terres de Lleida